
Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16 B
D-33100 Paderborn

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfasst alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenshaften versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. – Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezognenen Pädagogik und Literaturwissenschaft.

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienceaj metodoj. Apatenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri "artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. – Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboroj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciajoj.

Cybernetics of Social Systems comprises al those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics*), aesthetics of information* and cybernetic *educational theory, cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. – In addition to its principal areas of interest, the *GrKG/HUMANKYBERNETIK* offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics, cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intelligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe – par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire – également des trois autres champs de la science cybernétique : la biocybernétque, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concerne cybernétique.

ISSN 0723-4899

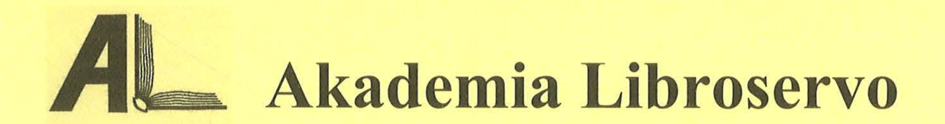
Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane



Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice

Band 53 * Heft 1 * März. 2012



Schriftleitung ***Redakcio*** **Editorial Board** ***Rédaction*** **Comitato di redazione**

Prof.Dr.habil. Helmar G.FRANK
O.Univ.Prof.Dr.med. Bernhard MITTERAUER
Prof.Dr.habil. Horst VÖLZ
Prof.Dr. Manfred WETTLER

Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn, Tel.: (0049-/0)5251-64200
Fax: (0049-/0)5251-8771101 Email: vera.barandovska@uni-paderborn.de

Redaktionsstab ***Redakcia Stabo*** **Editorial Staff** ***Equipe rédactionelle*** **Segreteria di redazione**
Dr. Věra BARANDOVSKÁ-FRANK, Paderborn (deĵoranta redaktorino) - Mag. YASHOVARDHAN, Menden (for articles from English speaking countries) - Prof.Dr. Robert VALLÉE, Paris (pour les articles venant des pays francophones) - Prof.Dott. Carlo MINNAJA, Padova (per gli articoli italiani) - Prof. Dr. Inĝ. LIU Haitao, Hangzhou (hejmpaĝo de grkg) - Bärbel EHMKE, Paderborn (Typographie)

Internationaler Beirat
Internacia konsilantaro
International Board of Advisors
Conseil international
Consiglio scientifico

Prof. Kurd ALSLEBEN, Hochschule für bildende Künste Hamburg (D) - Prof.Dr. AN Wenzhu, Pedagogia Universitato Beijing (CHN) - Prof.Dr. Hellmuth BENESCH, Universität Mainz (D) - Prof.Dr. Gary W. BOYD, Concordia University Montreal (CND) - Prof.Dr.habil. Joachim DIETZE, Martin-Luther-Universität Halle/Saale (D) - Prof.Dr. habil. Reinhard FÖSSMEIER, Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino (RSM) - Prof.Dr. Herbert W. FRANKE, Akademie der bildenden Künste, München (D) - Prof.Dr. Vernon S. GERLACH, Arizona State University, Tempe (USA) - Prof.Dr. Klaus-Dieter GRAF, Freie Universität Berlin (D) - Prof.Dr. Rul GUNZENHÄUSER, Universität Stuttgart (D) - Prof.Dr.Dr. Ernest W.B. HESS-LÜTTICH, Universität Bern (CH) - Prof.Dr. René HIRSIG, Universität Zürich (CH) - Dr. Klaus KARL, Dresden (D) - Prof.Dr. Guido KEMPTER, Fachhochschule Vorarlberg Dornbirn (A) - Prof.Dr. Joachim KNAPE, Universität Tübingen (D) - Prof.Dr. Jürgen KRAUSE, Universität Koblenz-Landau (D) - Univ.Prof.Dr. Karl LEIDLMAIR, Universität Innsbruck (A) - Prof.Dr. Klaus MERTEN, Universität Münster (D) - AProf.Dr.habil. Eva POLÁKOVÁ, Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino (RSM) - Prof.Dr. Jonathan POOL, University of Washington, Seattle (USA) - Prof.Dr. Roland POSNER, Technische Universität Berlin (D) - Prof. Harald RIEDEL, Technische Universität Berlin (D) - Prof.Dr. Osvaldo SANGIORGI, Universitato São Paulo (BR) - Prof.Dr. Wolfgang SCHMID, Universität Flensburg (D) - Prof.Dr. Renate SCHULZ-ZANDER, Universität Dortmund (D) - Prof.Dr. Reinhard SELTEN, Universität Bonn (D) - Prof.Dr. Klaus WELTNER, Universität Frankfurt (D) und Universität Salvador/Bahia (BR) – PD Dr.Dr. Arno WARZEL, Hannover (D) - Prof.Dr.Dr.E.h. Eugen-Georg WOSCHNI, Dresden (D).

Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT

(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie publizieren regelmäßig die offiziellen Mitteilungen folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko
(prezidanto: OProf.Dr.habil. Eva Poláková, Nitra, SK)

AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ (AIS) San Marino
(prezidanto: OProf. Dr. Hans Michael Maitzen, Wien)

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines
Rivista internazionale per la modellizzazione matematica delle scienze umane



HUMANKYBERNETIK

Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice **Band 53 * Heft 1 * März. 2012**



Akademia Libroservo

Schriftleitung ***Redakcio*** **Editorial Board** ***Rédaction*** **Comitato di Redazione**

Prof.Dr.Helmar G.FRANK
O.Univ.Prof.Dr.med. Bernhard MITTERAUER
Prof.Dr.habil. Horst VÖLZ
Prof.Dr.Manfred WETTLER

Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn, Tel.:(0049-/0)5251-64200, Fax: -8771101
Email: vera.barandovska@uni-paderborn.de

Redaktionsstab ***Redakcia Stabo*** **Editorial Staff** ***Equipe rédactionelle*** **Segreteria di redazione**
Dr. Věra BARANDOVSKÁ-FRANK, Paderborn (deĵoranta redaktorino) - Mag. YASHOVARDHAN, Menden (for articles from English speaking countries) - Prof.Dr. Robert VALLÉE, Paris (pour les articles venant des pays francophones) - Prof.Dott. Carlo MINNAJA, Padova (per gli articoli italiani) - Prof. Dr. Inĝ. LIU Haitao, Hangzhou (hejmpaĝo de grkg) - Bärbel EHMKE, Paderborn (Typographie)

Verlag und Anzeigenverwaltung **Eldonejo kaj anoncadministrejo** **Publisher and advertisement administrator** **Edition et administration des annonces**



Akademia Libroservo /
IfK GmbH – Berlin & Paderborn
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -8771101
http://lingviko.net/grkg/grkg.htm

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.

La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editorial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.

La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.

Bezugspreis: Einzelheft 10,-- EUR; Jahresabonnement: 40,-- EUR plus Versandkosten.

© Institut für Kybernetik Berlin & Paderborn
Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insb. das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne volständige Quellenangabe in irgendeiner Form reproduziert werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54(2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, D-80336 München, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.
Druck: d-Druck GmbH, Stargarder Str. 11, D-33098 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 53 · Heft 1 (2012)
Akademia Libroservo / IfK



Sara KONNERTH

Sara Konnerth (nask. la 15-an de septembro 1957 en Sibiu) finstudis en 1980 matematikon kaj informadikon en la Fakultato de natursciencoj ĉe la Universitato de Timişoara. Samloke ŝi specialiĝis en analizo dum postuniversitata studado (1980-1981), magistriĝis pri komunikadkibernetiko ĉe AIS San Marino en 2007 kaj doktoriĝis pri kibernetiko kaj ekonomia statistiko ĉe ASE (Academia de Studii Economice) en Bukareŝto en 2010. Ŝi estas eksterorda profesorino de AIS San Marino (ekde 2004) prezidantino de ties rumana sekcio (1994-2006), kaj sekretariino de AIS-Rumanio de 2006 ĝis nun, organizante diversajn sciencajn agadojn (konferencojn, kursojn, prelegojn, studadsesiojn k. s.) kunlabore kun la sibiua universitato.

Konnerth instruis matematikon en ĝenerala lernejo kaj en pedagogia liceo, kie ŝi specialiĝis al metodiko de matematik-instruado kaj realigis koncernajn porinstruistajn kursojn. En 1993 ŝi iĝis docento adjunkta ĉe la Universitato Lucian Blaga en Sibiu (ULBS) kaj du jarojn poste plenrajta docento en la Fakultato de Filologio kaj Arto, Katedro de germanistiko. Ekde 2003 ŝi estas direktorino de la Departemento Akademia Internacia por Sciencrevizio, Universitata Pedagogio kaj Eŭrologio de la Fakultato de Filologio kaj Arto de la ULBS. En 2006 ŝi iĝis plenrajta docento de Departamento por preparado de instruistoj (Departamentul pentru Pregătirea Personalului Didactic) en la ULBS, kie ŝi instruas komputilasistatan instruadon. En 2011 ŝi adapte adoptis sian doktorgradon ĉe AIS San Marino.

Sara Konnerth krome estis komisiisto por sociaj problemoj en la evangelika komunumo de Sibiu kaj ankaŭ politike engaĝita kiel reprezentanto de la germana minoritato en la urbestraro de Sibiu.

Gravaj publikaĵoj:

1. **AIS-Rumanio 10 Jahre,** en *Omaĝlibro: 10 jaroj de klerigkibernetiko en "Lucian Blaga" Universitato Sibiu,* Sibiu 2003, p. 17-24, ISBN 973-86300-9-6.

2. **Eine Fallstudie zum rechnerunterstützten Lehren und Prüfen von Vokabeln**, en: *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft,* Band 46, Heft 3, Akademia Libroservo, Paderborn (Germanio), 2005, p. 138-149.
3. **Procedee de promovare a performanțelor școlare prin lecții virtuale**, en volumo de konferenco *Leadership și management la orizonturile secolului al XXI-lea,* Eldonejo Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu 2005, p. 257-264.
4. **Economic Aspects of Computer Based Educational Processes**, en volumo de konferenco *Man in the Knowledge Based Organization,* Eldonejo Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu 2006, p. 14-21, en kunlaboro kun Popa M. Emil, ISBN 973-7809-51-3.
5. **Blended Learning – Instruirea tradițională cu unități virtuale integrate**, en volumo de konferenco *Comunicarea din perspectivă transdisciplinară.* Eldonejo Psihomedia, Sibiu 2007, p. 80-87, en kunaboro kun Popa M. Emil, ISBN 978-973-1753-08-9.
6. **Learning Object Metadata / Descriptori pentru materiale didactice virtuale**, en volumo de konferenco *The Knowledge Based Organisation.* Eldonejo Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu 2007, p. 117-125, ISBN 978-973-7809-91-9.
7. **Die Realisierbarkeit Internationaler Studien durch virtuelle Studienangebote**, en volumo de konferenco *The Knowledge Based Organisation.* Eldonejo Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu 2007, p. 127-135, ISSN 1843-6722.
8. **Ĉefaj trajtoj de "Virtuala Universitato"**, en volumo de konferenco УЛОГА И ЗНАЧАЈ НАУКЕ У САВРЕМЕНОМ ДРУШТВУ, Banja Luca 2007, p. 42-53, ISBN 978-99938-894-0-3.
9. **Die "Neue Universität"und die "Generation Internet"**, en volumo de konferenco *The Knowledge Based Organisation,* Eldonejo Editura Academiei Forțelor Terestre, Sibiu 2008, p. 48-54, ISSN 1843-6722.
10. **A Technological Assessment of Linguistic Concepts in the Context of an Artificial Language,** en volumo de „Proceedings" de la konferenco: *Education, Research & Business Technologies.* ASE Publishing House, București 2009, p. 312-318, ISBN 978-606-505-172-2.
11. **O formulă de calcul pentru stabilirea unei limite a rentabilității,** en volumo de konferenco *Creativitate și inovație en învățământ.* Eldonejo Neutrino, Reșița 2009, p. 1192-1200, ISBN 978-973-8916-56-2.
12. **Developing Evaluations by Technological Means,** en volumo de „Proceedings" de la konferenco: *Trends in Engeneering and Academic Education.* Eldonejo Universității „Lucian Blaga" din Sibiu, 2009, p. 15-19, ISBN 1843-2522.
13. **Instruire asistată de calculator. Evoluția instruirii asistate de calculator: curs universitar.** Eldonejo Editura Universității „Lucian Blaga" din Sibiu, 2009 (145 p.), ISBN 978-973-739-917-5.
14. **Exemple de baze de date pentru evaluarea rezultatelor învățării,** en volumo de konferenco: *Creativitate și inovație en învățământul românesc* - ediția II. Eldonejo „Neutrino", Reșița 2010, p. 667-682, en kunlaboro kun Hans-Dietrich Quednau, ISBN: 978-973-8916-82-1.
15. **Variable Assessment Modules in a Computer-Assisted Instruction System,** en „Proceedings" de la konferenco: *Education, Research & Business Technologies.* Eldonejo Editura ASE, București 2011 (6 p.), en kunlaboro kun Constantin-Gelu Apostol, ISSN 2247-1480; ISSN-L 2247-1480.

Modeloj de komputil-asistata taksado

de Sara Konnerth, Sibiu (RU)

el la Universitato Lucian Blaga, Sibiu (RU)

(**Ŝlosilvortoj:** *Komputil-asistata instruado, komputil-asistata taksado, elektronika lernado, instru-matrico, instru-modulo, taksad-modulo, aŭtor-lingvo, sistemo de komputil-asistata instruado (SKAI), sistemo de miksita instruado (SMI), inform-teknologio (IT), miksita lernado, miksita instruado.)*

Enkonduko

La inter- kaj transfakaj okupiĝoj rilate al la problemoj de komputil-asistata instruado (KAI) instigis nin analizi tiun ĉi esplor-kampon, diskuti la studaddirektojn kaj aliĝi al pozicioj, kiuj aperas en la scienca esploro de tiu profilo.

Komenciĝante kun la subskribo de la unua kunlabor-kontrakto inter la *Institut für Kybernetik Paderborn* kaj la Universitato de Sibiu/Hermannstadt (kiu nomiĝas nun Universitatea „Lucian Blaga" din Sibiu) en 1990-05-20 (Mihăescu, 2003, p. 25) ni realigis sub la gvidado de Helmar Frank plurajn eksperimentojn en la kampo de KAI. Pritraktitaj estis precipe aspektoj de **taksado** en la kampo de **komputil-asistata instruado**. La rezultoj de eksperimentoj faritaj en tiu ĉi tereno permesas esprimi konkludojn kaj gravajn asertojn pri la etapo de taksado en la instru-procezo (vidu Konnerth 2010).

Influo de la kibernetika pedagogio kaj psikologiaj tendencoj

Branĉoj de la pedagogio kaj de la psikologio, kiuj influis la disvolvadon de la komputil-asistata instruado kaj influis pere de teoriaj aŭ eksperimentaj metodoj la sciencajn esplorojn sube analizatajn, estas: programita instruado, kibernetika pedagogio kaj informacipsikologio. Ekzemplo en tiu ĉi senco estas la difino kreita de Helmar Frank, kiu indikas precize la ecojn de la programita instruado ("Programmierte Instruktion"), esprimata matematike jene:

(1) $\mathbf{PI} := \mathbf{o} \wedge \mathbf{e} \wedge \mathbf{z} \wedge (\mathbf{s} \vee \mathbf{w} \wedge \mathbf{k})$[1]

kie la simboloj signifas:

- **o** (**O**bjektivierung = enobjektigado)
- **e** (**E**igentätigkeit = propra agado)
- **z** (**Z**eitanpassung = tempadaptiĝo)
- **s** (Skinner) – indikas la aplikon de la „teorio de malgrandaj paŝoj" de **Skinner**
- **w** (**W**eganpassung = vojadaptiĝo)
- **k** (**K**ürzlichkeit = mallongeco).

Tiu ĉi difino de la programita instruado konstituas la fundamenton de la strategioj de realigado de la programoj uzataj en la ekzemploj de komputil-asistata instruado

[1] Frank, Helmar; Meder, Brigitte: *Einführung in die kybernetische Pädagogik.* En: *Kybernetische Pädagogik*, vol. 5, Stuttgart Berlin Köln Mainz 1974 (p. 468).

prezentitaj en tiu ĉi artikolo. Estas postulata la „propra agado" de la lernanto, ĉar la aspekto de propra aktiveco estas unu el la plej gravaj postuloj kaj kondiĉoj de la eklaborado kaj uzado de materialoj de komputil-asistata instruado. Samtempe estas necese apliki ĉiujn variablojn enhavatajn en la formulo (1), ĉar nur la apliko de tiuj postuloj permesas kreadon de materialoj de komputil-asistata instruado kun la necesa kvalita nivelo.

La ĉefaj psikologiaj branĉoj de la 20-a jarcento estis behaviorismo, kognitiva psikologio kaj konstruktiva psikologio, kiuj influis la kampon de la lernteorioj. Psikologia branĉo, kiu naskiĝis post la apero de publikaĵoj de Helmar Frank fine de la 50-aj jaroj de la pasinta jarcento, estas la informacipsikologio, konata en la scienca literaturo de tiu tempo – speciale en la germanlingva literaturo – kiel precipe kibernetika branĉo de psikologio. Utila por la realigo de esploro estas modelo kreita de la anoj de la informacipsikologio, nomata „informacipsikologia organigramo" (Frank, 1999, p. 41). Tiu modelo proponas specifajn solvojn rilate al la mezurado de la *kvantumo de instruata informacio*, la neceso de *ripetadoj* kaj la denseco de ripetadoj, kaj la *instrurapideco* funkcie de la *lernrapideco.*

Necesas ankaŭ pridiskuti aktualajn aspektojn de la evoluoj en la kampo de utiligo de la komputoro, nome la rapidecon de disvastigo de la informoj pere de la reto kaj la disvolvadon de la tiel-nomata „Ret-Generacio". La interreto povas esti uzata kiel medio de dokumentado ĉie en la mondo. Precipe por la distanc-studado pere de la reto oni ofertas tre multajn bibliografiajn studadmaterialojn. La problemo estas la abundo de nefiltritaj informoj en la reto, kiuj povas kaŭzi provokadon el didaktika vidpunkto.

Unu el la tre gravaj avantaĝoj de la memstara instruado pere de la reto estas la fakto, ke tiu lernado ne dependas de spaco kaj tempo, sed ĝi povas okazi individue, ĉie kaj ĉiam. Grava celo de la moderna instruado estas la disvolvado de la kapacito de la homoj uzi la amaskomunikilojn, kiuj kapabligas la homon organizi sian vivon pere de la novaj teknologioj. La inform-teknologio ofertas novajn eblojn en tiu senco, sed pere de edukad-procezoj devas esti kreataj precipe kompetentecoj labori kun tiuj teknikoj. Tio signifas, ke la profesia kvalifikigo devas esti kontinua edukad-procezo, aktiva, konstruktiviga, realigata pere de memedukado kaj kunlaborado.

La personoj kiuj uzis la komputoron jam en la frua infaneco kiel objekton de kutima uzo kaj por kiuj la interreto reprezentas la plej ĉefan fonton de dokumentado kaj informado, apartenas al la tiel nomata *Ret-Generacio*, kiu, kaŭze de la sekvoj de la globaligado, disvastiĝis en la tuta mondo. La junuloj el la Ret-Generacio alkutimiĝis al la kompleksa oferto de la novaj teknikoj, kreataj pere de multfunkciaj operacioj („multitasking"), rapida transigo de la mesaĝoj, uzado de blogoj, elektronika kopiigo de muziko, video-registrigo kaj elektronikaj ludoj. Tiu ĉi ampleksa oferto bezonas novan analizon kaj adaptigon de la tradiciaj pedagogiaj metodoj ne nur al la utiligo de la novaj teknikaj rimedoj, sed ankaŭ al la formado de konoj kaj lertecoj necesaj por la akirado kaj interagado kun la novaj teknologioj (Konnerth, 2008).

Longtempe la komputil-asistata instruado estis konsiderata kiel alternativo por la rekta tradicia instruado. Intertempe tiu vidpunkto ŝanĝiĝis kaj tiuj du formoj de instruado estas konsiderataj kiel du instru-eblecoj kiuj kompletigas sin reciproke. Kiel

esprimo de tiu kunlaborado estis kreata la nocio „blended learning" („miksita lernado"). Tiamaniere la komputil-asistata instruado estas konsiderata kiel instru-instrumento enhavanta diversigitajn lernofertojn. La avantaĝoj de *blended learning* (Konnerth & Popa, 2007) rezultas el la optimuma kombino de du konceptoj – la koncepto de tradicia instruado kaj tiu de komputil-asistata instruado.

La taksado en komputil-asistata instruado

Ni koncentriĝas al la parto de komputil-asistata instruado ligita al la etapo de taksado de la lernrezultoj. Ni science esploras speciale tiujn aspektojn, ĉar ni ellaboris en tiu ĉi kampo serion de taksad-programoj kiuj estas kontinue uzataj en la didaktika agado de la universitato en Sibiu.

Unue ni analizu la taksad-procezojn kaj la eblecojn plibonigi ilin, uzante taŭgajn soft-produktojn. La komputil-asistata instruado analizas tiujn procezojn de taksado el la klerig-sistemoj kaj klerig-institucioj, kiuj rilatas al la taksado de la rezultoj, al la lernmetodoj, sed ankaŭ al la instrumetodoj. La prijuĝo de la lernejaj rezultoj pere de programoj de komputil-asistata taksado enhavas pedagogiajn aspektojn, ligitajn al la akiro de la celitaj kompetentecoj, sed ankaŭ informadikajn aspektojn, ligitajn al la kreado de programoj, ilia strukturigo kaj efikeco, uzante taŭgajn akireblajn eduk-softojn.

Jam de la komenco de eklaborado de projektoj de enobjektigita instruado – realigataj unue pere de aŭtomataj maŝinoj speciale konstruitaj kun tiu celo – la komponanto de testado okupis gravan rolon, eble eĉ la plej gravan, ĉar tiu asekuras la retrokupladon, necesan por la lernanto, sed ankaŭ por la instruisto. Ni kredas, ke en la estonteco la uzado de la programoj por komputil-asistata taksado devas esti parto de la metodaro de alternativaj taksadeblecoj. Tiu maniero de testado kontribuas al la kreskado de agrableco de la taksado kaj de adaptiĝo de lernantoj al la proceduro de ekzamenado. Estas ankaŭ postulenda la diversigo de la informadikigitaj taksadprogramoj.

Kriterioj, modeloj kaj teknikoj de la taksado

La taksad-instrumentoj devas plenumi plurajn postulojn, kiuj asekuras certan kvalitan nivelon de la taksad-procezo. La ĉefaj de tiuj estas: *objektiveco, valideco kaj fidindeco*. La tradiciaj taksad-metodoj estas: buŝaj provoj, skribaj provoj kaj praktikaj provoj. En la kazo de skribaj provoj la metodo de testado liveras bonan ekvilibron inter la celo, la kvalito kaj la tempo por la eklaborado, kaj ankaŭ pli bona objektiveco en la notigo kompare al aliaj metodoj (Stoica & al., 2001). Tial la testoj estas ofte uzitaj en diversaj formoj de taksado.

La testoj okupas gravan lokon en la komputil-asistata taksado, kiu estas ofte konsiderata identa kun la komputil-asistata testado. Rilate al la terminologiaj diferencoj inter taksad-testoj ni menciu, ke la nocioj de *pedagogia testo de konoj, ekzamen-testo* aŭ simple *testo* estas nur kelkaj nocioj uzataj en la fak-literaturo por difini la instrumenton kaj metodon de taksado, kiu uzas la „eron" (angle „item") kiel specifan elementon, kiu garantias pli grandan objektivecon en la taksado de la lernejaj rezultoj rilate al aliaj metodoj de didaktika taksado (Jinga & al., 1996).

La komputil-asistataj testoj estas objektivaj taksad-testoj, ellaboritaj de instruistoj, orientigitaj al enhavo, uzante la „eron" kiel mezurunuo. Skema difino de la test-ero estas indikita per la sekvanta ekvacio (Stoica & al., 2001):

ero = <demando> + <ties formularo> + <atendata respondo>

En la nuna stato de komputil-asistata taksado oni kreas plej ofte testojn kun objektivaj aŭ semiobjektivaj eroj, kiuj – sinsekve – havas ankaŭ la malavantaĝojn, karakterizajn por tiuj eroj, kiuj estis ofte analizataj en pedagogiaj faklaboraĵoj. Ni analizadis erojn *semiobjektivajn* kun mallonga respondo aŭ kompletiga respondo, ĉar tiu ĉi metodo permesas la taksadon de celoj kun pli granda amplekso ol tiuj kun objektivaj eroj, kiuj estas pli facile programeblaj el informadika vidpunkto.

Nuntempe la taksado ne plu estas konsiderata kiel agado, kiu mezuras nur la rezultojn de la instruado, sed ĝi estas procedo liveranta, krome kaj esence, informojn kaj datenojn rilate al la maniero de ekesto de la procezo, kiu kaŭzis tiujn rezultojn. Ricevinte tiamaniere datenojn kaj informojn rilate al la kvalito de la instru-procezo, oni havas grandan ŝancon eltrovi kaj la pozitivajn elementojn de tiu ĉi procezo, kaj la mankojn aŭ misfunkciadojn, kiuj perturbas ĝin, kaj, sinsekve, oni povas korekti aŭ plibonigi la agadon cele de la optimumigo kaj efikigo de la instru-procezo.

En 1964 Martin Hengst (Hengst, 1964) publikigis artikolon pri la riskoj de apero de eraroj de taksado dum la ekzamenoj, kie oni por la testo hazarde elektas nur parton el la tuto de la instruita materialo. En tiu ĉi artikolo la aŭtoro, surbaze de la rezultoj de matematika statistiko, enkondukas formulon, kiu indikas la probablecon, kun kiu oni obtenas la ĝustan rezulton je la prijuĝo de la konoj de la lernantoj. Li uzas la spertojn de Abraham Wald, publikigitajn en 1944, rilate al sinsekvaj testoj en kiuj n, la nombro de demandoj el la testo, ne estas fiksita je la komenco de la testo. Tiu formo de ekzamenado permesas pli rapidan fiksadon de la ekstremaj valoroj kiuj povas esti obtenataj: la plej granda kaj la plej malgranda noto. Je neklaraj rezultoj de meza nivelo oni devas ekzameni pli longe. Tiu deklaro konstituis instigon por la kreado de komputil-asistata testo, per kiu oni povas sekvi la evoluon de la noto dum la ekzamenado kaj tiamaniere oni povas provi, ĉu la substrekata deklaro estas konfirmata en praktiko (Konnerth, 2005).

La risko de erara prijuĝo dum la ekzamenado estas pli granda, se oni uzas testojn kun elekteblecoj kun pluraj elekteblaj respondoj (*multiple-choice*). Tiuj testoj forigas la subjektivecon de la ekzamenanto, sed kreskas la risko obteni pli bonajn respondojn ol estas la nivelo de la konoj de la lernanto, kaŭze de la ŝanco diveni la ĝustan respondon (Frank & al., 1985).

Gravas ankaŭ la metodo de la modeligo kaj ties apliko en la komputil-asistata instruado. La nocio de *modelo* estas analizenda el la vidpunkto de specialistoj, kiuj studis tiun nocion rilate al iliaj esplorfakoj. La metodo de modeligo estas instrumento de scienca ekkono kaj havas kiel objekton la konstruadon de prezentadoj, kiuj permesu pli bonan komprenon kaj pli profundan sciencan ekkonon de la diversaj fakdirektoj.

Ekzistas pluraj modeloj uzataj nuntempe en la komputil-asistata instruado (SKAI[2], datenbankoj, taksadmoduloj, SMI[3] ktp.)

Por testoj kreataj por esti aplikitaj dum unu parto (leciono) de instru-lern-unuo aŭ por la mezurado de la rezultoj obtenataj de ununura lernanto, ni proponas la sekvontan originalan formulon, kie oni notas kun *S* - la *sukceso de instruado-lernado* – la valoron obtenatan per kalkulo de la jena esprimo:

$$S = (1 - E_d / E_0) * 100\ \%$$

(kie: E_0 = nombro de eraroj en la testo antaŭ la etapo de instruado, E_d = nombro de eraroj en la testo post la instruado)

En sia laboraĵo (Frank, 1993a) Helmar Frank diskutas propran formulon de kalkulo por eltrovi la rentabilitaton de la klerigagado:

I: $a * \text{lerntempo} * [K_A + G + (K_R + 2\,K_L)/g]$ (por tradicia instruado)

II: $a * \text{lerntempo} * [K_A + G + (K_M + K_H)/p] + K_D * \text{lerntempo} * \alpha^{M}_{\Delta}$ (por KAI)

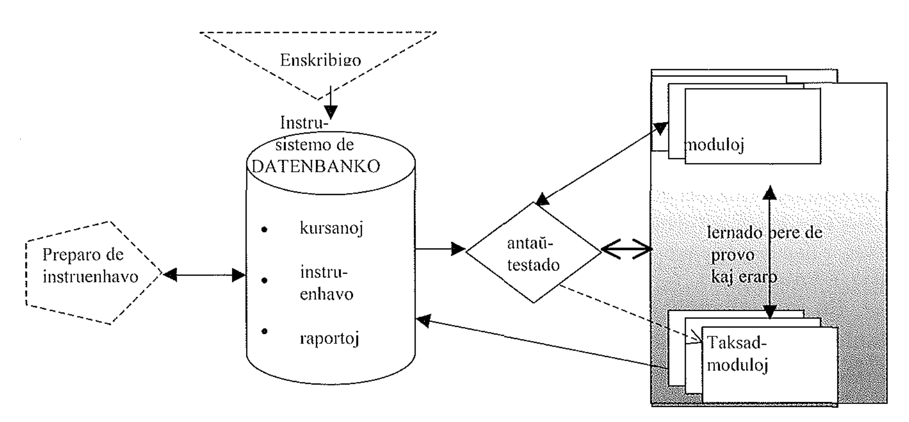
Sen enkalkuli la elspezojn por la la aĉeto de la softo oni konstatas, ke la financa klopodo por la realigado de la komputil-asistata testo rilate al la didaktika-lingvistika projekto: *Enkonduko kaj apliko de la gramatika nocio de difina artikolo en la germana lingvo pere de gramatikaj kaj leksikaj ekzercoj,* aplikita en someraj kamparoj (Ferienlager) en Cisnădioara (Michelsberg) en la jaroj 2004-2008 de Sara Konnerth (Konnerth, 2009a), estis malpli alta ol tiu kalkulita en la kazo de uzado de paperaj lern-folioj. Restas do la demando: kiom granda parto el la kostoj por la aĉeto de la necesa softo devas esti enkalkulita por la kreado de certa projekto de KAI? Ni esprimas ĝeneralan tezon, dirante ke la situacio rilate al la produktad-kostoj de la produktoj de elektronika lernado ankoraŭ ne estas klarigitaj.

Alia diskutebla problemaro estas: ĉu elektronika lernado estas branĉo de elektronika komerco? (Ambrosi, 2002). La teoretikistoj de la elektronika instruado subtenas klopodojn ellabori profitigan ekonomian modelo por e-lernado, pere de transpreno de pluraj konceptoj kaj nocioj el la ekonomika esplorkampo kaj pere de adaptiĝo de tiuj konceptoj al la kampo de elektronika lernado. Tamen estontaj klopodoj de la sciencistoj devas eviti la aplikadon de tro komercaj politikoj en edukprocezoj. La klerigado estas ampleksa kampo, kie ĉiu komponanto devas esti respektita konforme, kaj neniu de ili devas superiri la aliajn.

La modeloj de sistemoj de elektronika taksado

En la ĝenerala arkitekturo de SKAI kutime ne enestas la komponanto „preparo de la didaktika materialo", ĉar tiu ĉi komponanto estas strikte ligita de la kampo de pedagogio kaj ne de informadiko. Ni tamen atribuas grandan atenton ankaŭ al la pedagogiaj aspektoj, kiel prezentas la sekvonta bildo:

[2] Sistemo de Komputil-Asistata Instruado
[3] Sistemo de Miksita Instruado



Bildo 1. Modelo de instrumoduloj kaj taksadmoduloj

La instru-moduloj kaj la taksad-moduloj estas kunligitaj. Antaŭ la instruado okazas etapo de testado, kiu ebligas pli efikajn instru-procedojn. La koncernaj subsistemoj de administrado estas integritaj en la subsistemoj de datenbankoj, nome: la *Subsistemo de administrado de la kursanoj* respektive la *Subsistemo de administrado de la instru-enhavo* estas kunligitaj pere de koncernaj ligoj, tiel ke estu sekurigita kaj la memorigo kaj la retrovo de la enhavoj, kiuj devas esti disvastigitaj funkcie de la specialigo de formado de la kursanoj, same kiel la kreado de raportoj rilate al la obtenataj rezultoj en la edukad-procezo estas realigitaj pere de SKAI. La rezulto de la laboro de la lernantoj kaj de la instruistoj estas raportitaj pere de raportoj kreataj de la SADB (Sistemo de Administrado de la Datenbankoj).

En la modelo de SKAI, kiun ni preferas uzi, la Instru-moduloj kaj la Taksad-moduloj estas kreataj pere de specialaj soft-programoj, kiuj konsistas el sendependaj dosieroj, kiuj povas esti administrataj pere de la datenbanko de la sistemo.

La instru-unuoj kaj la taksad-unuoj, kreitaj kaj aplikitaj dum la praktika aplikado realigita de la aŭtorino, estis kreitaj en la aŭtor-sistemo *Authorware* (http://en.wikipedia.org/wiki/Macromedia_Authorware#History 14.08.2010). Ĉar la rezultoj obtenataj pere de apliko de la taksad-proceduroj estas pli konkludaj ol la aplikoj el aliaj etapoj de la instru-eduka-procezo, oni insistas je *komputil-asistata taksado.*

Oni vidas, ke la varieco de la taksad-strategioj povas esti diversigita pli kaj pli kun la helpo de la novaj taksad-eblecoj, ofertitaj de la programoj de komputil-asistata testado. Konstateblas ke la taksad-strategioj povas esti restriktitaj kaj ne ĉiuj formoj de testado estas permesitaj. Estas ankaŭ menciinda, ke tiuj restriktoj povas esti objektivaj – kaŭzitaj de ekzistantaj sociaj kondiĉoj – aŭ subjektivaj, kiam ili estas kreitaj de iuj personoj kun koncerna aŭtoritato (ministroj, direktoroj de lernejoj, inspektoroj de lernejoj ktp.)

La instru-elementoj estas registritaj en la *Instru-matrico A,* kiu konsistas el nombro de *m Instru-moduloj* MI_i kiuj enhavas po q elementoj (la indekso i indikas la

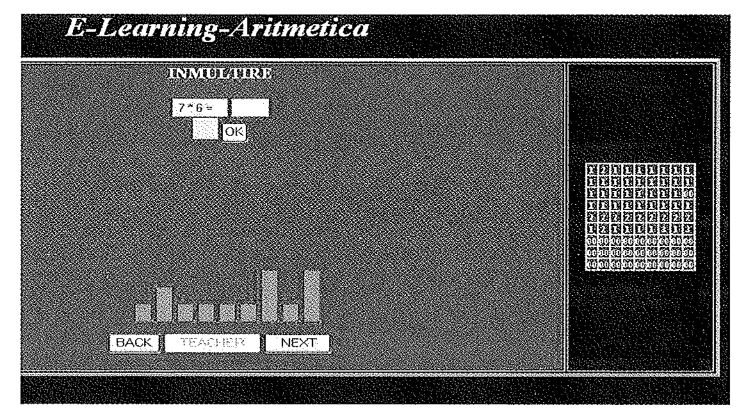
nombron de la instru-modulo; i = 1,m ; m, i, q estas nenulaj naturaj nombroj). La ĝenerala formo de la instru-matrico estas:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1q} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2q} \\ & \dots & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mq} \end{bmatrix}$$

En ideala kazo, realigebla pere de SKAI (aspekto kutime nerealigebla en tradicia taksado), la Taksad-banko *BE* estas identa kun la Instru-matrico *A*, konsistanta el la samaj elementoj. Sed la elekto de la elementoj por la kreado de taksad-etapo devas esti diversigebla. Ni prezentas ĉi tie kelkajn ekzemplojn de kreado de tiaj taksad-programoj.

Se en la unua taksad-etapo (*ME-R1*) la aplikanto devas trapaŝi ĉiun elementon de la matrico *A*, dum kiu la uzata SKAI registras la obtenatajn rezultojn, la soft-programo ofertas por taksado en la dua etapo nur la erojn, ĉe kiuj la respondo estis malĝusta. En la dua etapo de taksado la nombro de la elementoj de la taksadmatrico (*ME-R2*) estos pli malgranda, ĉar la eroj kun ĝusta respondo estas forigitaj. Pere de tiu proceduro la nombro de eroj el la taksad-banko malkreskas dum la taksad-procezo. Oni kontinuas la taksadon ĝis kiam la matrico *BE* ne plu enhavas elementojn.

Ekzemplo de tia taksad-programo estas la apliko *E-Learning-Aritmetica;* grava parto el tiu programo estas prezentita en la sekvonta bildo:



Bildo 2. Apliko de E-Learnig -Aritmetica

La soft-produkto afiŝas la rezultojn obtenatajn post ĉiu trapaŝo de la taksad-modulo, la diverseco de la longeco de la rektanguloj el la prezentata bildo indikas la nombron de la ripetadoj necesaj por la lernanto. La registriĝo de la matricoj *ME-R* (la tabelo prezentita en la dekstra parto de la supra bildo estas eksportebla al Excel) povas oferti gravan rekupladon al la instru-moduloj, kio faciligas la eblecon trovi la plej malfacilajn

erojn por certa lernanto aŭ por lernantoj ĝenerale, sed ankaŭ la eblecon krei *taksad-raporton*.

Se la instru-matrico estas tre granda, kio ne ebligas, ke je la fina ekzameno la kandidato transiru ĉiujn elementojn de tia ampleksa taksad-banko, tiam la taksad-moduloj aplikataj dum la ekzameno devas esti malegalaj al la instru-moduloj. En tiu ĉi kazo ni proponas alian modelon de ME: Se ĉiu instru-modulo estas ordigita sur linio de la instru-matrico, ni obtenas la jenan strukturon de vektoroj:

$$MI_1 = [\, a_{1\,1};\ a_{1\,2};\ a_{1\,3};\ \ldots;\ a_{1\,q}\,]$$
$$MI_2 = [\, a_{2\,1};\ a_{2\,2};\ a_{2\,3};\ \ldots;\ a_{2\,q}\,]$$
$$MI_3 = [\, a_{3\,1};\ a_{3\,2};\ a_{3\,3};\ \ldots;\ a_{3\,q}\,]$$
$$\ldots$$
$$MI_m = [\, a_{m\,1};\ a_{m\,2};\ a_{m\,3};\ \ldots;\ a_{m\,q}\,]$$

kie $a_{i\,j}$ estas elementoj de instruado
(la indekso *i* indikas la instru-modulon, sed *j* la ordo de la apero de la elemento kadre de la instrumodulo;
i, j, m, q estas naturaj nenulaj nombroj; $i \leq m$, $j \leq q$)

Ni rimarkas ĉi tie, ke la instru-moduloj ne devas havi nepre la saman nombron de komponantoj (do kelkaj de la elementoj $a_{i\,j}$ povas esti nulaj).

La *Banko de taksad-eroj BE* konsistas el la tuto de la elementoj de la *instru-matrico A*; unu ciklo de taksado enhavas almenaŭ unu elementon el ĉiu instru-modulo MI_i, (i = 1,m elektitan hazarde de la komputil-asistata taksad-programo. Sekve *modulo de taksado ME* havos la strukturon:

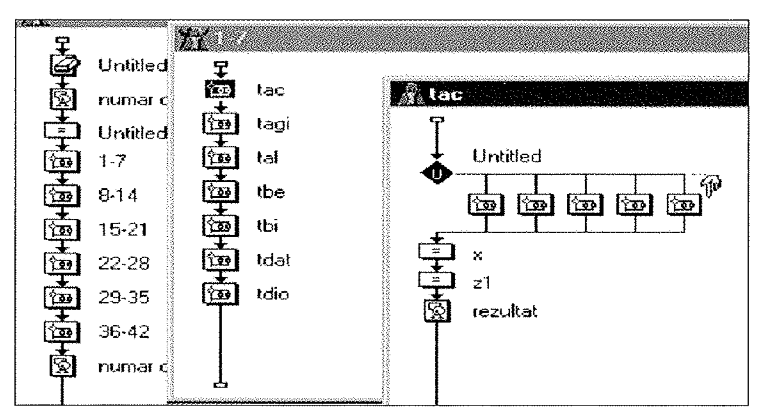
$$ME = \begin{bmatrix} a_{1\,k(1)} \\ a_{2\,k(2)} \\ a_{3\,k(3)} \\ \ldots \\ a_{m\,k(m)} \end{bmatrix}$$

la elementoj $a_{i\,k(i)} \in MI_i \mid i \in \{1,2, \ldots, m\}$ estas elektitaj hazarde el la korespondaj moduloj laŭ $\forall k(i) \in \{1,2, \ldots, q\}$, evitante la elekton de nulaj elementoj.

La hazarda elekto de la taksad-elementoj el la aro de la *eroj de la taksad-banko* pere de soft-produkto garantias la *objektivecon de la taksad-procezo*. La *valideco de la taksado* estas garantiata de la fakto, ke ne restas instru-modulo neekzamenata.

Ekzemplo de realigado de tia komputil-asistata taksad-programo kun tre granda nombro de eroj estis kreita helpe de la aŭtor-sistemo *Authorware*. La informaci-enhavo elektita por tiu ĉi projekto estis konstruita el la trovo de rumanaj ekvivalentoj al nocioj de la vortaro ILo (Internacia Lingvo de doktoro Esperanto), el baza vortaro konsistanta el 1008 vortoj (42 grupoj kun po 24 vortoj).

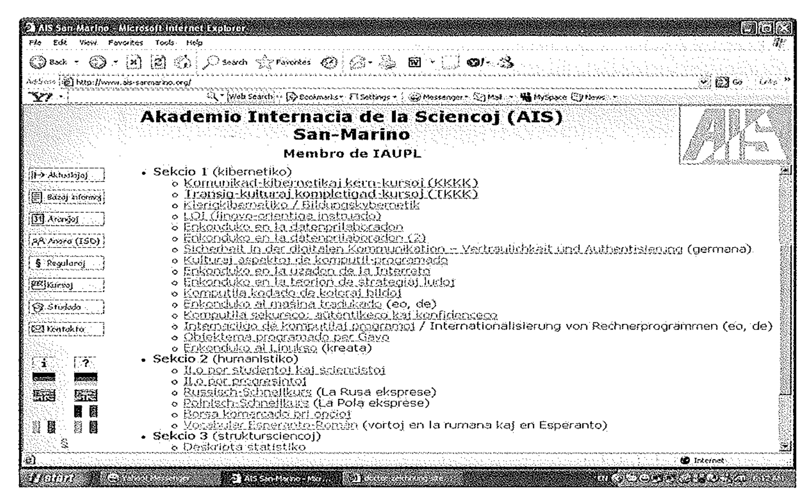
La taksad-programo estis kreata tiamaniere, ke la elementoj estu hazarde elektitaj el la tuta banko da eroj kun 1008 elementoj, la taksado okazu cikle, elektante el ĉiu instru-modulo po unu elemento por la kreado de unu taksad-modulo. Tiu proceduro garantias la egalan taksadon de ĉiuj instru-moduloj. La 42 instru-moduloj estas postitaj je sekvencoj en la program-skemo kreata en Authorware (kiel videblas el la du fenestroj de la maldekstra flanko de la bildo 3); la fenestro dekstre montras la pozicion de la eroj a_{1j} en la ciklo ligita al la piktogramo de decido (decision icon) rilate al la instru-modulo MI_1:



Bildo 3. Skemo de instru-moduloj

En la aŭtora lingvaĵo Authorware la taksad-eroj estas elektitaj hazarde el la enhavo de la instru-modulo, uzante la piktogramon „Decision icon" (piktogramo de decido), kiu, pere de la funkcio „Randomly to Unused Path" (hazarde al neuzita vojo), permesas je ĉiu taksad-ciklo elekton de alia ero el la instru-modulo, evitante la ripetadon de la eroj dum unu taksad-etapo, alie oni havus redundajn elementojn en la taksadprogramo.

La publikigo de la programoj de komputil-asistata instruado kaj taksado en la reto estis ebla sur la paĝo de la Akademio Internacia de la Sciencoj San-Marino je la adreso www.ais-sanmarino.org/kursoj, kie troviĝas la bildo redonita sube (vidu la linion: Vocabular Esperanto-Român (vortoj en la rumana kaj en Esperanto).



Bildo 4. La retpaĝo de AIS San Marino

La eklaborado de la reta oferto de la kurso Esperanto-Rumana estas nur je la komenco. Estonte ni planas publikigi ankaŭ aliajn instru-modulojn en la instruteko de la

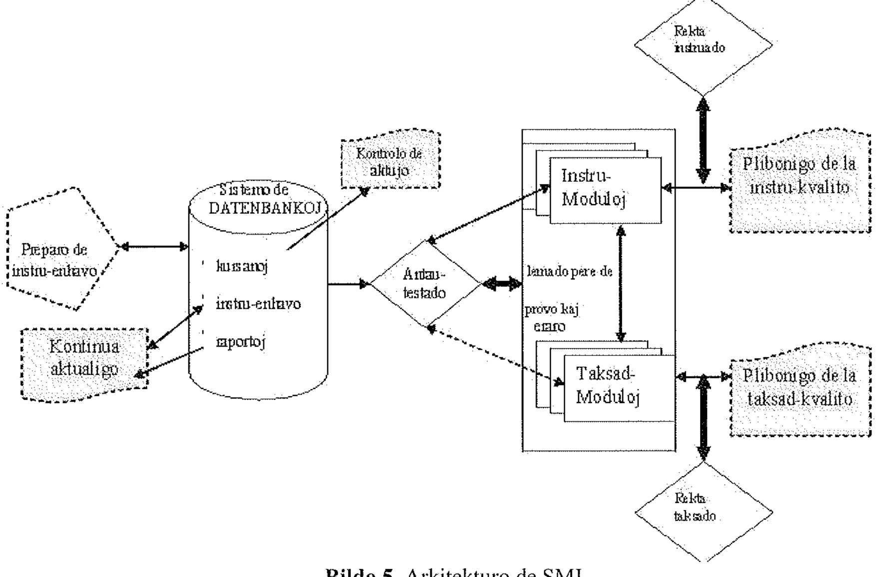
Akademio Internacia de la Sciencoj. Estas planita ankaŭ versio de instru-moduloj kun sona redono de la vortoj.

Certe ankaŭ la ordo, en kiu oni aranĝas la instru-modulojn por elekti taksad-elementojn, povas esti hazarda, kiam la instru-moduloj ne estas ordigitaj linie, sed povas esti elektitaj hazarde por la kreado de taksad-modulo *ME*.

En la stud-kazoj estas aplikataj diversaj modeloj de taksado. La soft-produktoj de taksado povas esti enplektitaj en SKAI, sed ili povas ankaŭ esti uzataj kiel memstaraj proceduroj de komputil-asistata taksado pere de reto aŭ sen reto („online" aŭ „offline"), per kiuj povas esti kompletigitaj la tradiciaj proceduroj de taksado kaj en la universitata sistemo kaj en la subuniversitata nivelo kaj eĉ ĉe infanoj kun SEN (Specialaj Edukad-Necesoj). La analizo de la obtenataj rezultoj pere de tiuj proceduroj celas montri la efikecon de la programoj de *komputil-asistata taksado*. Tiamaniere estas kreitaj *modeloj* de informadikigita taksado.

Perspektivoj de la komputil-asistata instruado kaj taksado

La SKAI estas regule flekseblaj sistemoj, kiuj ĉiam ŝanĝiĝas, ĉar ili troviĝas en kontinua komunikad-rilato kaj kun la uzantoj kaj kun la aŭtoroj de la programoj. Tial ni proponas la nocion de *SMI* (Sistemo de Miksita Instruado), kiu ofertas modelon de „malfermita SKAI", en kiu la etapoj de *informadikigita instruado* estas akompanataj de etapoj de *rekta instruado*, firme integritaj en la sistemo. De ĉi tie rezultas la deĵoro de sistem-konforma planado de interveno de etapoj de rekta instruado en la sinsekvo de la komponantoj de la SKAI. Tiamaniere oni obtenas arkitekturon de SMI, kiel tiu prezentita en la sekvonta bildo:



Bildo 5. Arkitekturo de SMI

La obtenataj rezultoj kadre de la diversaj instru-procezoj pere de SKAI kaj la esploroj faritaj dum la lastaj jaroj permesis konstati, ke instruado bazita nur sur informadikaj ofertoj ne plenumas la kompleksecon de postuloj de instru-sistemo. Tiamaniere la prezentita SMI-modelo, kiel propra modelo kreita de la aŭtorino, enhavas – suplemente al la kutima SKAI – komponantojn de rekta instruado miksitajn kun tiuj de la komputil- asistata instru-sistemo.

La realigitaj esploroj kondukis al la konkludo, ke estas necesa ne nur la kontinua ŝanĝo de MI kaj ME en SMI, sed ankaŭ estas necesa la kompletigo de informadikigitaj instru-moduloj kun etapoj de la rekta instruado, bazitaj je tradiciaj metodoj diversigitaj, planitaj konforme al la celoj fiksitaj de la kreintoj de la sistemo. Tio antaŭsupozas stabiligon de la nombro de necesaj moduloj, kies enhavoj povas esti instruataj pere de informadikigita instruado kaj ankaŭ la necesan, respektive permesatan, nombron de etapoj de rekta instruado kun tradiciaj metodoj, por la realigo de kompleta instru-procezo en la SMI.

Grava aspekto, kiu influas precipe la kreadon de SMI, estas la kunlaborado inter la kreintoj de la sistemo, ĉar tiu sistemo estas tro vasta por esti kreata de unu sola persono. La analizo de la okazintaj procezoj de miksita instruado (*blended learning)* montris, ke dum tiu proceduro estas necesa efika kunlaboro inter pluraj faktoroj: lernantoj, tutoroj, instruistoj, programistoj (Konnerth, 2009b). Oni observas, ke e-lernado postulas specialan formon de inter-faka komunikado. Se en estinteco la metodoj de la elektronika lernado havis unue teknologian akcenton, hodiaŭ oni povas paroli pri integritaj e-lernad-servoj.

Uzante la strategion „brick and click" (Apostol, 2009), SMI povas esti konstruita el multaj komponantoj realigitaj de diversaj aŭtoroj, kiuj ĉiuj enriĉigas kaj plibonigas la sistemon. Ni ellaboris ankaŭ modulojn de komputil-asistata taksado, kiuj estas adresitaj al etapoj de taksado kaj en la universitata klerigado kaj en la antaŭuniversitata klerigado aŭ eĉ en la speciala klerigado por infanoj kun SEN (Specialaj Eduk-Necesoj). Tiuj moduloj povas konstitui, pere de logika kaj rigora sekvencigo, "brikojn" en adekvata SMI.

Konforme al la analizitaj projektoj, oni povas konstati, ke la **komputil-asistata taksado** estas necesa por la realigado de la sekvontaj etapoj en SMI: (1) la etapo de pretestado, (2) kontinua taksado, (3) fina taksado.

Ĉiu el tiuj tri etapoj havas specifan rolon dum SMI kaj havas apartan influon al la kvalito de la instruado. La valoro de ĉiu soft-produkto, realigita kun la celo esti implementata en sistemo de informadikigita instruado, influos la kvaliton de la tuta sistemo kaj kondukos al la akcepto aŭ neakcepto de la uzado de la SMI je la diversaj niveloj de instruado en la klerigejoj. Se la rezultoj obtenataj je la fina taksado estas pli altaj ol tiuj en la etapo de pretestado, oni povas konkludi, ke la didaktika agado realigita pere de SMI estis „utila" (komp. Frank, 1972). Pluraj projektoj de KAI estis ellaboritaj, kreitaj kaj aplikitaj persone de la aŭtorino (vidu Konnerth 2010), kiu pere de interfaka kaj transfaka esploro envolvigis konojn el la kampo de informadiko (programado), pedagogio (didaktiko) kaj krome ankaŭ specialajn sciojn el la sciencoj koncernantaj la pritraktitan didaktikan materialon.

Konkludoj

En la jaro 1938 Ştefan Odobleja, rilate al la lernejo de la estonteco, afirmis la jenon: *„cartea şi autorul ei îl vor* ***enlocui pe profesor,*** *[...] iar* ***examinatorii vor fi înlocuiţi prin aparate de măsură*** *" (la libro kaj ties aŭtoro* ***anstataŭos la instruiston,*** *[...] kaj la* ***ekzamenantoj estos anstataŭataj de mezuraparatoj*** *)*(Odobleja, 1982).

Ni konkludas, ke la tendenco ne estas la anstataŭado de la didaktika personaro pere de maŝinoj, sed oni ne povas ignori la eblecojn ofertitajn de la uzado de la komputoroj en niaj tagoj. La eniro de la informadikaj elementoj en la tradiciaj klerig-procezoj, kio estas esprimata en la fak-lingvo pere de la nocio „blended learning" (miksita lernado), konstituas la bazon de la prezentitaj esploroj, kies celoj estas la kreado de informadikaj klerig-ofertoj utilaj por la kompletigo de la lerneblecoj je ĉiuj niveloj.

Eĉ se la estontaj kreantoj de ofertoj de KAI uzos, por la realigado de tiuj ofertoj, aliajn soft-produktojn ol tiujn prezentitajn, la maniero de programado kaj la principoj de la apliko de tiaj programoj havas ĝeneralan valideсon. Tial ni asertas, ke la prezentitaj eksperimentoj povas konstitui modelojn por la kreado de produktoj de KAI. La komputil-asistata taksado plenumas ĉiujn postulojn, kiuj garantias altan kvalitan nivelon de la taksad-procezo: objektiveco, valideco, fidindeco. Tial KAI ne plu devas esti malprezenta en la taksad-procezoj, sed ĝi devas konstitui devigan etapon en la ekzamenoj, kiuj estas parto de konkursoj en kleriginstitucioj, sed ankaŭ por la okupado de laborlokoj.

Literaturo

Ambrosi, Gerhard Michael (2002): eLearning and economic interests – some critical reflections. En: Bruns, Hermann; Ambrosi, Gerhard Michael (editors): *eLearning and Economics.* Books on Demand, Trier 2002 (pj. 213-230), ISBN:3-8311-3819-2.

Apostol, Constantin-Gelu (2009): Computer Supported Collaborative Learning and Related Domains. En: *Proceedings* de la konferenco: *Education, Research & Business Technologies,* ISBN 978-606-505-172-2, ASE Publishing House, Bucureşti 2009 (pj. 346-350).

Frank, Helmar G. (1972): Notiz zum Sinn von Fallstudien. En: *Grundlagen aus Kybernetik und Geisteswissenschaft,* Heft 13/3, 1972, p. 88, ISSN: 0723-4899.

Frank, Helmar G. (1993a): Wirtschaftlichkeitsgrenzen bildungstechnischer Medien und Methoden. En: *Kybernetische Pädagogik/Klerigkibernetiko.* Herausgeber: Vera K. Barandovská-Frank, vol. 6. Akademia Libroservo, Bratislava – Berlin-Paderborn 1993 (pj. 44-50), ISBN: 80-85586-05-3 Bratislava; ISBN: 88-86051-28 Berlin-Paderborn.

Frank, Helmar G. (1999): Klerigkibernetiko/Bildungskybernetik. En: *Kybernetische Pädagogik/ Klerigkibernetiko.* Herausgeber: Ana-Maria Pinter, vol. 11. Akademia Libroservo, Dobřichovice (Praha), Berlin -Paderborn, München 1999 (pj. 5-240), ISBN: 3-929853-11-6 Berlin -Paderborn; ISBN: 80-85853-43-4 Praha.

Frank, Helmar G.; Lehrl, Siegfried; Hilgers, Rainer (1985): *Kontribuoj al la Klerigscienco Prospektiva - Beiträge zur Prospektiven Bildungswissenschaft.* Laborlibro, Paderborn 1985.

Hengst, Martin (1964): Schüler- und Lehrer - Risiko bei Stichprobenprüfungen von Lernleistungen. En: *Grundlagen aus Kybernetik und Geisteswissenschaft,* Heft 5/1 1964 (pj. 12-24).

Jinga, Ioan; Petrescu, Adrian; Gavotă, Mihai; Ştefănescu, V. (1996): *Evaluarea performanţelor şcolare.* Afeliu, Bucureşti 1996, ISBN: 973-97154-2-7.

Konnerth, Sara (2005): Eine Fallstudie zum rechnerunterstützten Lehren und Prüfen von Vokabeln. En: *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*, Band 46, Heft 3, Akademia Libroservo, Paderborn, 2005 (pj. 138-149), ISSN: 0723-4899.

Konnerth, Sara (2008): Die „Neue Universität" und die „Generation Internet". En: *The Knowledge Based Organisation.* Editura Academiei Forţelor Terestre, Sibiu 2008 (pj. 48-54) , ISSN: 1843-6722.

Konnerth, Sara (2009a): O formulă de calcul pentru stabilirea unei limite a rentabilităţii. En: *Creativitate şi inovaţie en envăţământ.* Neutrino, Reşiţa 2009 (pj. 1192-1200), ISBN 978-973-8916-56-2.

Konnerth, Sara (2009b): Developing Evaluations by Tehnological Means. En: *Proceedings* de la konferenco *Trends in Engeneering and Academic Education.* Editura Universităţii „Lucian Blaga" din Sibiu, 2009 (pj. 15-19), ISBN 1843-2522.

Konnerth, Sara (2010): *Modele şi tehnici de evaluare în instruirea asistată de calculator,* doktoriĝtezo, 217 p., Academia de Studii Economice, Facultatea de cibernetică, statistică şi informatică economică, Bucureşti 2010

Konnerth, Sara; Popa, M. Emil (2007): Blended Learning – Instruirea tradiţională cu unităţi virtuale integrate. En: *Comunicarea din perspectivă transdisciplinară.* Psihomedia, Sibiu 2007 (pj. 80-87), ISBN: 978-973-1753-08-9.

Mihăescu, Diana, eldonisto (2003): *Omaĝlibro / Carte omagială / Festschrift – 10 ani de pedagogie cibernetică en Universitatea „Lucian Blaga" din Sibiu.* Psihomedia, Sibiu 2003, ISBN: 973-86300-9-6.

Molter, Ulrich (1978): Die Sprachverständnisprüfung der Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung (Europa-Klub) e.V. . En: *Europa Dokumentaro* 18/1978, (pj. 10-13).

Oblinger Diana G.; Oblinger, James L., eldonistoj (2005): *Educating the Net Generation*, EDUCAUSE, 2005.

Odobleja, Ştefan (1982): *Psihologia consonantistă.* Traduko de P. Iacob. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1982.

Stoica, Adrian; Mihail, Roxana; Liţoiu, Nicoleta; Mândruţ, Marilena (2001): *Evaluarea curentă şi examenele.* Ghid pentru profesori. Eldonisto: Adrian Stoica. Serviciul Naţional de Evaluare şi Examinare. Bucureşti 2001.

Wald, Abraham (1994): On Cumulative Sums of Random Variables. En: *Ann. of Math. Statistics* 15/1994.

Ricevita 2011-10-24

Adreso de la aŭtorino: EProf. Dr. Sara Konnerth, RO-550024, Sibiu, str. Livezii nr. 29, Romania, sarakonnerth@yahoo.de

Modelle der rechnerunterstützten Bewertung (Knapptext)

Die inter- und transdisziplinären Forschungen bezüglich der Aspekte des rechnerunterstützten Unterrichts haben uns dazu bewogen, diesen Bereich zu analysieren, Studienfächer auf diesem Gebiet einzurichten, und uns an Positionen anzuschließen, die dazu in der wissenschaftlichen Diskussion aktuell vorhanden sind. Der Artikel ermöglicht einen Überblick bezüglich der Forschungsprojekte, die im Bereich der Erstellung und Anwendung von E-Learning-Produkten in den letzten 20 Jahren an der Hermannstädter Universität durchgeführt worden sind. Bemerkenswert sind die Erfolge im Bereich der Erstellung und Anwendung von Rechner-Testen zur Bewertung und Prüfung der Lehr- und Lernergebnisse. Die hier dargestellten Modelle von Prüfungsmodulen sind als Teile von Blendend-Lehr-Systemen dazu bestimmt, sowohl bei Vor-Testen als auch bei kontinuierlichen Bewertungen sowie Endprüfungen eingesetzt zu werden. Auch wenn zukünftige Ersteller von elektronischen Lernplattformen für die Erstellung ihrer Programme andere Software benutzen, so können die vorgestellten Beispiele als allgemein gültige Modelle angewendet werden.

grkg / Humankybernetik
Band 53 · Heft 1 (2012)
Akademia Libroservo / IfK

Stetigkeit – ein ästhetisches Ordnungsprinzip

von Herbert W. FRANKE, Egling (D)

Vorbemerkungen

Dass Kunstwerke etwas mit Ordnung zu tun haben, war schon im Altertum bekannt, und seit man den Begriff der Ordnung mit den Mitteln der Informationstheorie auch quantitativ erfassen kann, lag auch die Einsicht nahe, dass die Struktur von Kunstwerken normalerweise im mittleren Bereich auf der Skala zwischen Ordnung und Chaos liegt. Erst die Erkenntnisse über den Informationsumsatz im menschlichen Gehirn ermöglichte genauere Aussagen über die Bedeutung der Ordnung für die Wahrnehmung, und dadurch wurde es möglich, den ästhetischen Prozess – bei der Konfrontation des Adressaten mit dem Kunstwerk – als einen Spezialfall der Wahrnehmung zu erklären (siehe Frank 1959, Franke 1979, Frank und Franke 1997).

Die für den Ordnungsgrad maßgebende Größe ist die ‚Komplexität', sie ist zugleich ein Maß des Aufwands für Codierungsaufgaben, und damit wird sie für Wahrnehmungsprozesse relevant, die man als Folgen von Umcodierungen auffassen kann. Wichtig ist der Hinweis, dass es dabei um subjektive Größen geht und nicht um mathematische Absolutwerte. Die Komplexität des Reizmusters ist für die Wahrnehmung wichtig, weil sie den Schwierigkeitsgrad der Datenverarbeitung und damit die dazu benötigte Zeit bestimmt. Die Wahrnehmung erfüllt ja ihre Aufgabe nur dann, wenn sie ein aktuelles Bild der Umwelt liefert und nicht ein überholtes.

Genauso wie technische Systeme unterliegen neuronale Netzwerke physikalisch begründeten Limitationen, welche die zur Verarbeitung bestimmten Daten sowie die Geschwindigkeit ihrer Verarbeitung betreffen. Als Randbedingung der Entwicklung ergibt sich daraus das Prinzip der Sparsamkeit: dass die Aufgabe mit geringstmöglichem materiellen Aufwand gelöst werden soll. Daraus leiten sich beachtenswerte Eigenschaften insbesondere des hoch entwickelten menschlichen Wahrnehmungssystems ab. Geht es beispielsweise um die Kenntnis komplizierter Zusammenhänge, dann erfüllt das System diese Forderung nicht nur mit Hilfe eines vergrößerten Aufwands von Schaltelementen – in diesem Fall Neuronen im Gehirn –, sondern zusätzlich durch eine kompaktere Codierung.

Eine Möglichkeit, die Arbeitsgeschwindigkeit ohne materiellen Aufwand zu erhöhen, bieten die in den aufgenommenen Datenfeldern enthaltenen Ordnungen. In der Tat hat das Wahrnehmungssystem im Laufe der Evolution die Fähigkeit entwickelt, bestimmte mathematische Ordnungseigenschaften in den Reizmustern zur Reduzierung der subjektiven Komplexität zu verwenden. Diese Fähigkeit zeigt sich auch bei der Konfrontation eines Individuums mit einem Kunstwerk, es führt zur Identifizierung der dargestellten Gegenstände und Strukturen und löst dadurch die positiven Emotionen aus, die mit dem Gelingen von Wahrnehmungsprozessen verbunden sind (siehe Berlyne 1960). Diese Erfolgserlebnisse begleiten die weiteren Schritte der Durchmusterung, die

sich nun auf die Beziehungen zwischen den gefundenen Elementen richten, bis zur abschließend gelungenen Gesamtübersicht.

Ästhetisch wirksame Ordnungen

Die sukzessiven Codierungen der Datenverarbeitung, die der Anblick eines Kunstwerks im Gehirn auslöst, erlebt der Adressat bewusst als schrittweise wachsenden Gewinn von Wissen. Dazu gehört insbesondere auch die Entdeckung der Ordnungseigenschaften, die er in den Bildern findet. Das ist die Erklärung für die besondere Bedeutung der Symmetrie, der Homothetie und der Stetigkeit für die bildende Kunst – eine Feststellung, die sich übrigens in entsprechend abgewandelter Form auch auf alle anderen Künste übertragen lässt.

Symmetrie. Die Symmetrie ist die am besten bekannte, für die Kunst bedeutungsvolle Ordnungseigenschaft. Sie ist durch Wiederholungen gekennzeichnet, durch Teile von Datenfeldern, die nicht nur einmal vorkommen, sondern sich auch an anderen Stellen, evtl. in gespiegelter Form, wiederfinden (siehe Hahn und Weibel 1996). Dass dadurch die Komplexität vermindert und der Wahrnehmungsvorgang vereinfacht wird, liegt auf der Hand. Zum Übersichtsgewinn genügt es, nur einen der betreffenden Bereiche aufwendig zu scannen und in Bezug auf die Wiederholungen lediglich deren Positionierung festzustellen. Dieses Verhalten wurde durch die Aufzeichnung von Augenbewegungen beim Betrachten von Bildern nachgewiesen.

Homothetie. Eine zweite ebenso grundlegende mathematische Ordnungsbeziehung ist die Homothetie. Sie steht in Zusammenhang mit einer prinzipiellen Schwierigkeit, die das Sinnessystem speziell bei der Aufnahme von visueller Information zu überwinden hat. Sie betrifft die Tatsache, dass die auf der Netzhaut erscheinenden Abbilder der Objekte in wechselnden perspektivischen Verzerrungen auftreten. Die erscheinen dort ja hauptsächlich als flächenhafte Projektionen dreidimensionaler Gegenstände, und diese können von einem und demselben Objekt sehr verschieden ausfallen, je nachdem, aus welcher Richtung es betrachtet wird. Die Natur hat einen Weg gefunden, um den mit einem höher entwickelten Gesichtssinn versehenen Lebewesen die Analyse der Umgebungssituation zu erleichtern. In Anbetracht des oben angeführten Beispiels, das vom Gehirn komplizierte geometrische Transformationen, von zweidimensionalen Projektionen zu dreidimensionalen Gestalten, erfordert, ist es nicht überraschend, dass man bei einer näheren Untersuchung dieser Erscheinungen ins Feld der Mathematik gerät.

Für die Veränderungen der Abbilder, um die es dabei geht, ist in der Mathematik die Theorie der Transformationen zuständig. Auf solche bezieht sich die zweite ebenso grundlegende mathematische ästhetisch relevante Ordnungseigenschaft, die vom französischen Mathematiker Michel Chasles definierte Homothetie. Darunter verstand er affine Transformationen, also solche, bei denen die Form der Gegenstände gestreckt oder komprimiert wird, wie das bei perspektivischen Transformationen der Fall ist. Eine genauere Beschreibung erübrigt sich hier, da die für ästhetische Fragen wesentlichen Eigenschaften der homothetischen Transformationen auch für solche anderer Art gelten, solange die abgeleiteten Formen erkennbare geometrische Ähnlichkeit mit der ursprünglichen Konfiguration haben. Seit der Zeit um 1800 hat sich die Zahl der ver-

schiedenen bekannten Transformationen erheblich erweitert, und es wäre denkbar, den Begriff der Homothetie so zu verallgemeinern, dass sie sich auf alle Arten von Ähnlichkeitstransformationen bezieht.

Stetigkeit. Im täglichen Leben kommt es immer wieder vor, dass zur Orientierung durch die visuelle Wahrnehmung nur unvollständige oder gestörte Abbilder zur Verfügung stehen, die, um die Gegenstände selbst zu erkennen, mit Hilfe von Wahrscheinlichkeitsannahmen ergänzt werden. In der Technik dient für vergleichbare Aufgaben die Methode der Extrapolation, und wie sich zeigt, ist auch die Datenverarbeitung im Gehirn fähig, fragmentarische Daten zumindest näherungsweise zu vollständigen Entitäten zu ergänzen. Die dem zugrundeliegende Gesetzlichkeit ist als ‚Stetigkeit' bekannt, was sich auf einen kontinuierlichen, gleichmäßigen Verlauf einer Funktion bezieht, beispielsweise eine solche, die sich als Kurve oder Raumfläche visualisieren lässt.

Doch auch aus einem anderen Aspekt heraus ist die Stetigkeit für Lebewesen nützlich, nämlich bei der Vorausberechnung von Bewegungen. So ist der Mensch imstande, einen auf ihn zufliegenden Ball aufzufangen, auch wenn dieser in einem Bogen auf ihn zukommt. Die Tatsache, dass die stetige Kurve überall in Natur und Technik zu finden ist, geht auf die mathematisch formulierbaren Gesetze der klassischen Physik zurück, die für ungestört laufende Prozesse stetige Funktionen vorschreibt. Und auch die Frage der Energie ist involviert: Ungestörte Bewegungen, die sich durch Stetigkeit auszeichnen und so auch äußerlich harmonisch wirken, verlaufen mit minimalem Energieaufwand, was für technische Prozesse ebenso wichtig ist wie für Sport und Tanz. Dies alles sind Gründe dafür, dass sich die Mathematiker seit dem Aufkommen der Infinitesimalrechnung mit Fragen der Stetigkeit beschäftigt haben.

Für ästhetische Zwecke genügen zur Beurteilung der Stetigkeit Angaben für Neigung und Krümmung von Kurven oder Raumflächen. Die Neigung einer Kurve $y = f(x)$ in einem bestimmten Punkt wird durch den Differentialquotienten erster Ordnung $y' = dy/dx$ beschrieben, und die Krümmung durch den Differentialquotienten zweiter Ordnung $y'' = dy'/dx$, also durch die Änderung der Richtung. Die Stetigkeit in diesem Punkt ist schon bewiesen, wenn beide Größen eindeutig bestimmbar sind. Man könnte dieses Verfahren fortsetzen und etwa zusätzlich Änderungen der Krümmung ins Auge fassen, was allerdings im Zusammenhang mit der Kunst überflüssig wäre, weil diese Größe vom menschlichen Wahrnehmungssystem kaum noch erkennbar ist. Dagegen ist der triviale Fall der Kontinuität erwähnenswert, die an den Enden örtlich begrenzter Kurvenelemente naturgemäß unterbrochen ist. Die beiden Endpunkte, die den Gültigkeitsbereich der erfassten funktionalen Beschreibung kennzeichnen, sind also selbst Unstetigkeitsstellen. Eine Ausnahme bilden geschlossene, in sich zurücklaufende Kurven, die damit die Gebilde von maximalem Gleichmaß repräsentieren.

Vom Zeichenstift bis zum Computer

Schon die griechischen Philosophen des Altertums fanden die in manchen mathematischen Kurven auffällige Schönheit beachtenswert. Bemerkenswert ist, dass darunter auch solche sind, die nicht symmetrisch geformt sind – wie etwa die sogenannte Spirale des Archimedes. Es ist der Eindruck von Regelmaß und Ausgewogenheit, der

also offenbar auch auf andere Weise erreicht werden kann als mit Symmetrie. Der Mensch hat die Fähigkeit, den Grad der Stetigkeit in Kurven und Raumflächen zu beurteilen, Abweichungen vom stetigen Verlauf empfindet er als Fehler, ungestörte stetige Verläufe dagegen erscheinen ihm im klassischen Sinn als ‚schön', und das legte es nahe, solche als Basis ästhetischer Darstellungen einzusetzen.

Die besten Beispiele dafür findet man in Form von Darstellungen, die frei von semantischen Bezügen sind, also in gegenstandslosen Bildern. Dazu gehören insbesondere vielerlei Arten von Ornamenten, die unter den Mustern antiker Keramik ebenso zu finden sind wie bei Produkten des modernen Design. Ebenso wie Symmetrie und Homothetie stellt man aber Anzeichen der Stetigkeit auch in vielen Arten von bildender Kunst fest. Für viele der Abstraktion zugehörenden Darstellungen ist die Stetigkeit geradezu die Konsequenz der solchen Stilrichtungen kennzeichnenden Vereinfachung.

Die einfachste Möglichkeit, die Stetigkeit als Basis ästhetisch bemerkenswerter Darstellungen zu nutzen, bietet die Wahl von stetigen Kurven als elementare Bausteine. Unter den schon im Altertum aus ästhetischen Aspekten heraus betrachteten Kurven gibt es offene wie alle Arten von Spiralen, und geschlossene wie den Kreis und die Ellipse. Für dekorative Zwecke kamen diese meist als Bestandteile größerer Bildwerke zum Einsatz. Beispiele sind Schmuckbänder, Borten und Friese oder Intarsien mit typischen symmetrischen Wiederholungen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, geschlossene, in sich zurücklaufende Kurven zu konstruieren. Bei solchen kommt es oft zu Überschneidungen, an deren Kreuzungspunkten die Stetigkeit aufgehoben ist. In speziellen Fällen kann sich aus diesen bevorzugten Stellen ein übergeordnetes, sekundäres Muster aufbauen. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn sich die Stellen der Überschneidungen zu den grafisch reizvollen Hüllkurven verbinden, die auch das Interesse der Mathematiker gefunden haben.

Ließen sich einfache Kurven noch auf manuelle Weise darstellen, so erfordern kompliziertere Konfigurationen – aufeinander abgestimmte Scharen von Kurven, Überlagerungen von Kurvenscharen, mehrfache Überschneidungen usw. – eine Präzision, die mit der Hand kaum noch zu erreichen ist, abgesehen vom dazu nötigen Zeitaufwand. Schon früh kam es zum Einsatz von Linealen und Zirkeln, Werkzeugen, die sich in vielfacher Hinsicht abwandeln und komplizierteren Aufgaben anpassen lassen, z. B. Schablonen oder Ellipsenzirkeln. Mit der Zeit kam es zur Entwicklung anspruchsvoller Maschinen, mit deren Hilfe ganze Reihen komplizierter ornamentaler Formen zustande kommen. So entstanden ‚Ornamentografen' auf der Basis von Drechselmaschinen zum Einschneiden der Muster in Holz oder Stein. Eine weitere Variante mechanischer Zeichenmaschinen sind die Guillochiermaschinen, mit denen mit Hilfe von aufeinander ablaufenden Zahnrädern verschlungene Linienmuster erzeugt wurden, die zum Druck von Bankpapieren und Geldscheinen verwendet wurden.

Nach dem zweiten Weltkrieg kam es in aller Welt zu grafischen Versuchen mit Pendelsystemen; bei einigen wurden Zeichenstifte über Papier geführt, bei anderen waren es als Pendel bewegte Lichtquellen, über Fotopapier oder -film in Bewegung gesetzt, wo ein fein ausgeblendeter Lichtstrahl eine Spur aufzeichnet. Damals gab es heftige Diskussionen über den Kunstcharakter der Fotografie, und die mit den fotografi-

schen Mitteln gefertigten Bilder wurden mit einbezogen. Und nun begannen auch anerkannte Künstler mit den Liniengrafiken zu experimentieren.

Das letzte Glied dieser Entwicklung von Kunstmaschinen sind die Computer. Naheliegend war der Einsatz von Analogcomputern, die auf der Basis elektronischer Schwingungen und die Produktion präzise einstellbarer Kurvenbilder ermöglichen. Bei ihnen ist es ein Elektronenstrahl, der die Kurven auf dem Bildschirm durchläuft und dabei eine Lichtspur hinterlässt. Einen völligen Bruch mit der traditionellen Art der Kurvenerzeugung brachte die digitale Methode mit sich, bei der die bildliche Darstellung programmiert wird und sich der zeichnende Elektronenstrahl automatisch gesteuert entlang paralleler, horizontal liegender Zeilen bewegt und die Bildstruktur durch die den einzelnen Bildpunkten zugeordnete wechselnde Leuchtstärke entsteht. Ins Programm muss nur noch die mathematische Formel für die Art und Verteilung der Linienzüge angegeben werden.

Das führt zu einer Besonderheit der aus Kurven errichteten ästhetischen Konfigurationen: Sie können mit Hilfe von Berechnungen entwickelt werden. So ist es durchaus möglich, anhand von Formeln Kurvenbilder zu entwickeln, für die die Symmetrieeigenschaften, die Überschneidungsstellen, die Zahl der Schleifen, die Formen der Hüllkurven usw. vorgegeben sind. Damit werden mathematische Kenntnisse für die künstlerische Gestaltung relevant. Die exakte Beschreibung der Konfigurationen, der Notenschrift der Musik vergleichbar, eröffnet neue Arten der Auseinandersetzung mit Bildern, beispielsweise unter dem Aspekt der rationalen Ästhetik. Die sich damit eröffnenden Möglichkeiten reichen dabei weit über die mit Notenschrift erbrachten hinaus, denn ein Programm beschreibt nicht nur die Bildstruktur, sondern gibt auch an, nach welchen Regeln der Künstler beim Entwurf seiner Komposition dabei vorgegangen ist.

Die Brauchbarkeit eines Instrumentariums erweist sich aber bestenfalls nicht nur darin, dass es alle bestehenden Wünsche der Benutzer erfüllt, sondern auch darin, inwieweit es imstande ist, die bisher erfassbaren Ausdruckmöglichkeiten zu erweitern, und tatsächlich ergeben sich mit der modernen Technik gesteigerte Möglichkeiten zu Entwicklungen, die weit über die altüberlieferten Kurvenbilder hinausführen. Es kann sich um die Anwendung der neuen durch elektronische Medien ermöglichte Techniken handeln, beispielsweise um den Übergang ins Dreidimensionale (Skulpturen), um die Einbeziehung der Bewegung (Animationen, Mobiles) und um die Einführung der Interaktion (Installationen). Es kann aber auch um kreative Ideen gehen, die sich mit den alten Methoden nicht verwirklichen lassen. Die Musik hat gezeigt, dass sich mit Hilfe technischer Instrumente Ausdrucksmöglichkeiten erschließen ließen, die in bisher unzugängliches gestalterisches Neuland führten. Die Kreationen, die mit harmonisch aufeinander abgestimmter Kurven ihren Anfang nahmen, kommen der Musik näher als alle anderen Methoden und Stile der bildenden Kunst.

Bildtafel: Beispiele von Bildern aus stetigen Linien

Die Bildtafel zeigt Beispiele für die Anwendung der Stetigkeit in der bildenden Kunst, und zwar anhand von Linien-Konfigurationen, die mit verschiedenen apparativen Hilfsmitteln zustande kamen. Erst der Einsatz von diesen ermöglicht jene

Präzision, die kompliziertere Linienkonfiguratioen erfordern. Nur wenn diese Voraussetzung erfüllt ist, sind die in den Bildern auftretenden Sekundärformen gut erkennbar; denn aus mathematischen Gründen führen auch Überlagerungen und andere Arten der Verrechnung – zum Beispiel Symmetrie- und Homothetietransformationen – stetiger Gebilde meist zu stetig strukturierten Ergebnissen. Wie die Bilder zeigen, tritt Stetigkeit oft zusammen mit anderen visuell erfassbaren Gesetzmäßigkeit auf, speziell jenen der Symmetrie und der Homothetie. Im Bereich ornamentaler Darstellungen findet man unzählige Beispiele. In weniger auffälliger Form tritt die Stetigkeit aber auch in vielen anderen Bereichen der bildenden Kunst auf, beispielsweise in Umrissen und Profillinien, die als charakteristische Kennzeichen der dargestellten Entitäten genutzt werden.

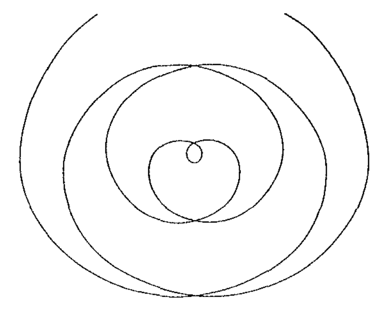


Bild 1. Spirale des Archimedes (287- 212 v. Chr.) – die beiden ins Unendliche reichenden Äste sind willkürlich abgebrochen

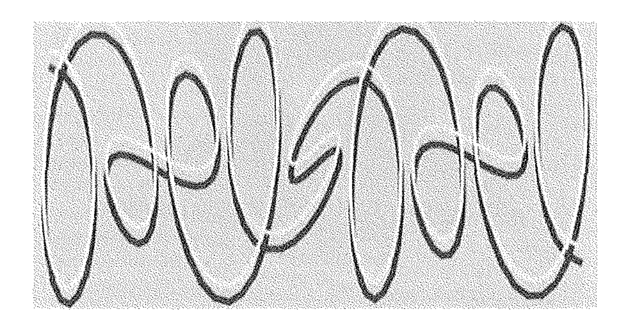


Bild 2. Klassisches Bandmuster in einem Linienzug, Software *Mathematica*, digitaler Bildgenerator H. W. Franke, 2011

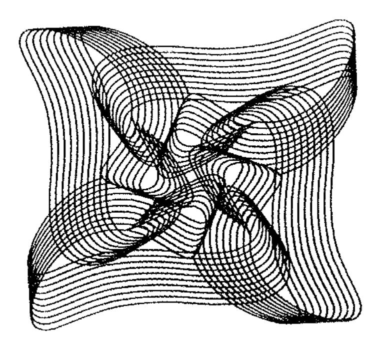


Bild 3. Guilloche, ornamentale Konfiguration aus vielfach überlagerten Kurven, wobei sekundäre Muster als ‚Superzeichen' auftreten, Guillochier-Maschine, Pressebild, um 1950

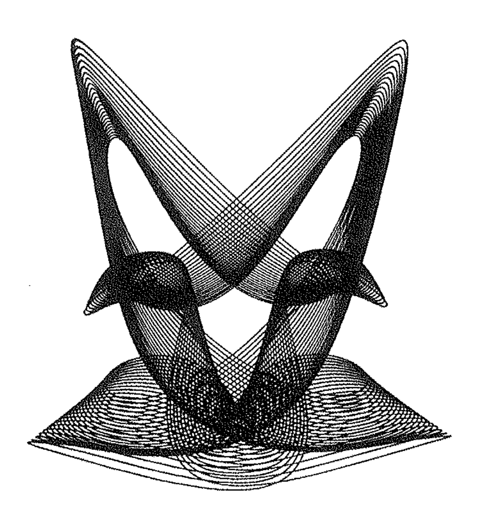


Bild 4. ‚Schwingungsbild', ornamentale Figur mit bilateraler Symmetrie, Sinograf, Alfred Gysi, Arbeitsperiode 1904 bis 1954

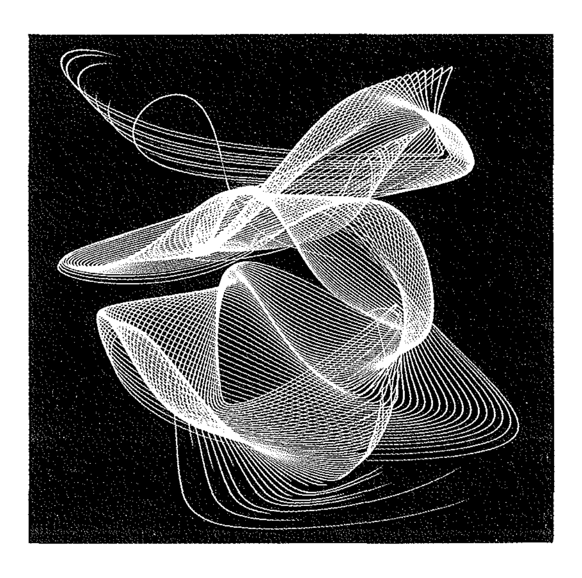


Bild 5. Schwingungsaufnahme mit Lichtpendel, Heinrich Heidersberger um 1950

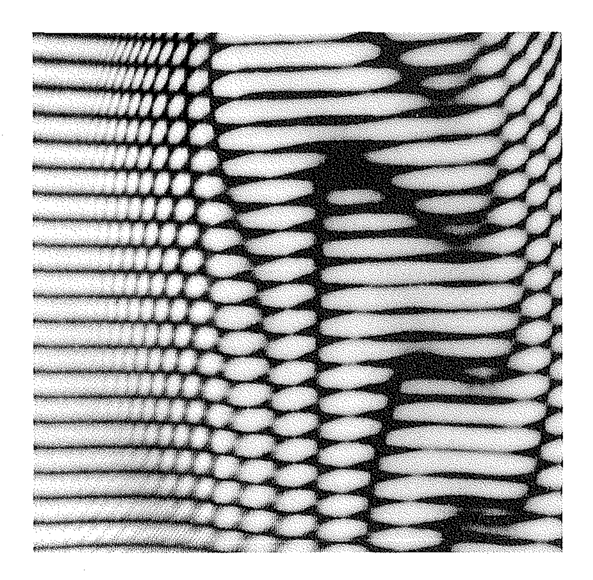


Bild 6. ‚Wellenform', Moiré-Effekt durch Überlagerung zweier stetiger Linienscharen, Herbert W. Franke und Andreas Hübner um 1953

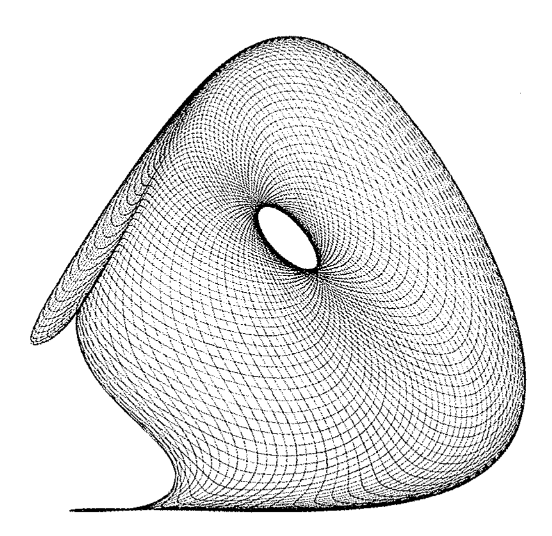


Bild 7. Koppelkurve, aus einer als ‚Gelenk-Viereck' ausgebildeten mechanischen Zeichenmaschine, Max Kröner, Arbeitsperiode um 1960 – 1970

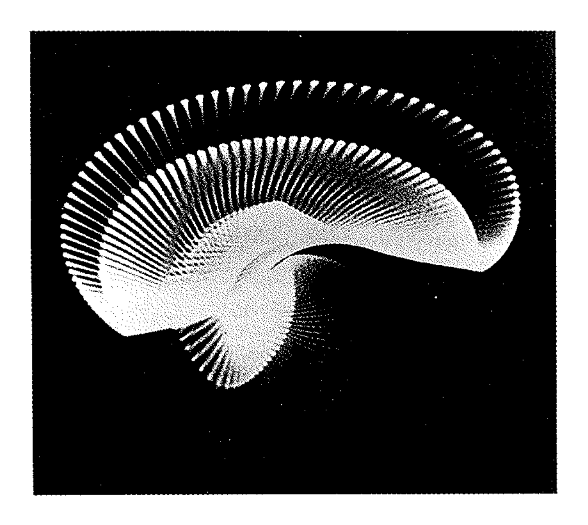


Bild 8. ‚Electronic Abstraction', Bildschirm-Fotografie, Kathodenstrahl-Oszillograf, Ben F. Laposki um 1953

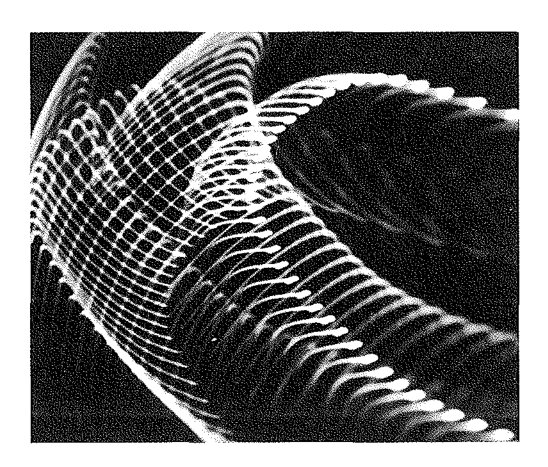


Bild 9. ‚Oszillogramm', Analog-Rechner, weichzeichnender Bildschirm, mit bewegter Kamera aufgenommen, H. W. Franke 1956

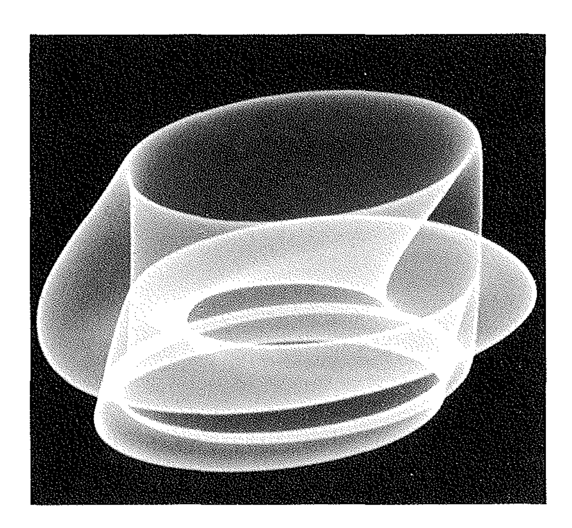


Bild 10. ‚Elektronische Grafik', durch enge Reihung der Linien entstehen Flächen mit stetig veränderten Grauwertverläufen , Analog-Rechner und Siemens-Vorführgerät, H. W. Franke 1962/62

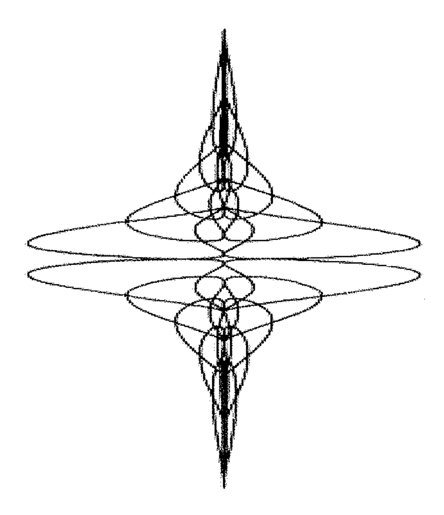


Bild 11. ‚Programm KAES', Liniengrafik aus homothetisch aufeinander bezogenen asymmetrischen Elementen in mehrfach symmetrischer Anordnung, Siemens 4004 Datenverarbeitungsanlage, H. W. Franke 1969

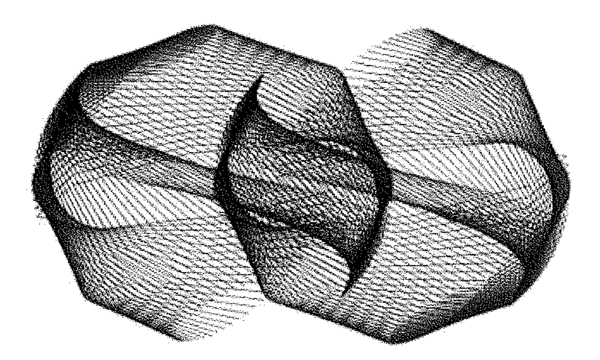


Bild 12. ‚Rotationen/Projektionen', Phasenbild aus Film, Digital-Rechensystem, Testgerät für dreidimensionalen, echtzeitgesteuerten Bildaufbau, Siemens-Forschungs-Laboratorium, H. W. Franke 1974/75

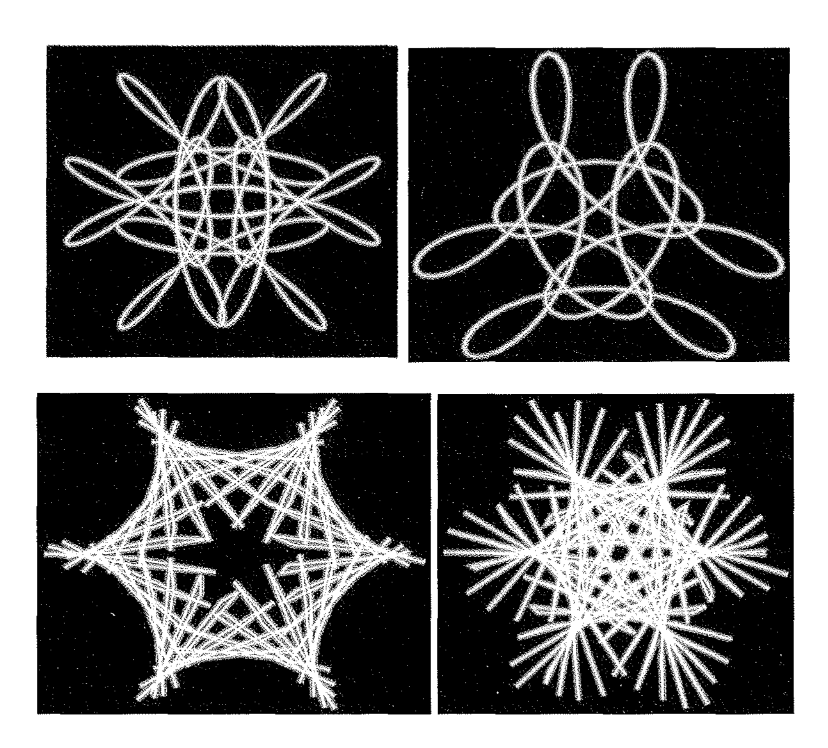


Bild 13 – 16. Serie ‚Cycloid', Abwandlungen eines Ornaments, Digitalgrafiken, Software *Mathematica*, interaktiver Bildgenerator, H. W. Franke 2011

Schrifttum

Franke, Herbert W. (1957): *Kunst und Konstruktion*, Bruckmann Verlag, München

Frank, Helmar G. (1959): *Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendungen auf die mime pure,* Dissertation, Technische Hochschule Stuttgart, Hess Verlag, Waiblingen

Berlyne, D. E. (1960): *Structure and Direction in Thinking,* Edition Wiley, New York

Hahn, Werner und Peter Weibel, Herausgeber (1996): *Evolutionäre Symmetrietheorie,* S. Hirzel Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart

Frank, Helmar G. und Herbert W. Franke (1997): *Ästhetische Information – Estetika informacio,* Akademia Libroservo durch IfK-Verlag, Berlin, Paderborn

Hoffmann, Justin (2006): *Der Traum von der Zeichenmaschine,* Ausstellungskatalog Kunstverein Wolfsburg

Eingegangen 2012-01-04

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Herbert W. Franke, Austr. 12, Puppling, D 82544 Egling. Homepage: www.zi.biologie.uni-muenchen.de/~Franke

Persisteco – estetika ordoprincipo (Resumo)

Por la datenprilaborado, okazanta dum perceptado en la cerbo, gravas certaj leĝkonformecoj, kiuj aperas en objektoj, strukturoj kaj procezoj en la natura ĉirkaŭaĵo samkiel en nia teknika medio. La plej konata el ili estas simetrio, kiu estis priskribita jam en antikvaj tempoj, sed aldoniĝas ankaŭ aliaj, malpli konataj fenomenoj, kiel ekzemple homotetio, kiun difinis franca matematikisto Michel Chasles (1793 – 1880). La graveco de tiaj reguloj por la procezoj okazantaj en la cerbo konsistas el tio, ke ili malpligrandigas la subjektivan kompleksecon de perceptitaj datenagregatoj kaj tiel faciligas kaj rapidigas la datenprilaboradon efektivigatan kune kun apercepto.

La prezentata artikolo atentigas al alia regulprincipo, kiu ĝis nun ne estis traktata sub aspekto de la apercepto: persitecon, konatan el matematiko. Samkiel simetrio kaj homotetio kontribuas la persisteco al tiu proporcieco, el kiu deduktiĝas la nocio de la klasika beleco.

Stetigkeit – ein Ästhetisches Ordnungsprinzip (Knapptext)

Für die bei der Wahrnehmung im Gehirn ablaufende Datenverarbeitung sind bestimmte Gesetzmäßigkeiten von Bedeutung, die in den Objekten, Strukturen und Prozessen der natürlichen Umgebung wie auch unserer technischen Umwelt auftreten. Die bekannteste ist die schon im Altertum beschriebene Symmetrie, doch dazu kommen noch andere, weniger bekannte, wie die vom französischen Mathematiker Michel Chasles (1793 – 1880) definierte Homothetie. Die Bedeutung solcher Regeln für die im Gehirn ablaufenden Prozesse besteht darin, dass sie die subjektive Komplexität der aufgenommenen Datenaggregate verkleinern und somit die mit der Wahrnehmung einhergehende Datenverarbeitung erleichtern und beschleunigen.

Der vorliegende Beitrag weist auf ein weiteres Regelprinzip hin, das bisher nicht unter dem Aspekt der Wahrnehmung betrachtet wurde: die von der Mathematik her bekannte Stetigkeit. Wie die Symmetrie und die Homothetie leistet sie einen Beitrag zur jenem Gleichmaß, von dem sich der Begriff der klassischen Schönheit ableitet.

grkg / Humankybernetik
Band 53 · Heft 1 (2012)
Akademia Libroservo / IfK

Die Übersetzung der Dinge

Von Alfred TOTH, Tucson (AZ), USA

1.

Ich möchte als Ausgangspunkt der vorliegenden Betrachtungen die folgende Strophe R. M. Rilkes aus den „Gedichten von 1906 bis 1926") (ed. Ernst Zinn 1997, S. 954) setzen:

Raum greift aus uns und übersetzt die Dinge:
dass dir das Dasein eines Baums gelinge,
wirf Innenraum um ihn, aus jenem Raum,
der in dir west. Umgib ihn mit Verhaltung.
Er grenzt sich nicht. Erst in der Eingestaltung
in dein Verzichten wird er wirklich Baum.

2.

Wir finden hier eine auffällige Vorwegnahme der erst von Bense (1967, S. 9) eingeführten Definition des Zeichens als Metaobjekt: Das Objekt „Baum" wird erst dann zum Baum, wenn ich „Innenraum" aus mir „um ihn werfe". Dadurch gelingt mir aber das Dasein des Baumes, denn er enthält ja dann einen Teil meines Innenraums. Dieser begrenzt ihn, da er offenbar ohne meinen Innenraum von seiner Umgebung „sich nicht grenzt": Was ohne Subjektanteil ist, hat keine Grenzen! Nur was Innenraum bekommt, kann sich verhalten – nämlich zu mir, dem Betrachter. Rilkes Strophe enthält somit alle wesentlichen Bestimmungsstücke der Benseschen Metaobjektivation, die sich damit im Grunde als moderne Version der Ideenlehre entpuppt: anstatt von „Partikeln" wird „Raum" zwischen Subjekt und Objekt beim Kognitionsprozess ausgetauscht. Das Objekt wird zum Zeichen, indem ein topologischer Austauschprozess einsetzt: das Objekt wird dadurch sowohl zur topologischen Teilmenge des Subjekts („dass dir das Daseins eines Baums gelinge") als auch das Subjekt zur topologischen Teilmenge des Objekts („erst mit der Eingestaltung / in ein Verzichten wird er wirklich Baum"). Nach Abschluss des Austauschprozesses partizipieren Subjekt und Objekt aneinander, so zwar, dass das Subjekt nicht mehr mit dem vorprozessualen Subjekt und das Objekt nicht mehr mit dem vorprozessualen Objekt identisch ist: Sie sind nunmehr in einer Art von These und Antithese aufhebender Synthese zu einem Dritten zusammengeschlossen. Die neue Kategorie Subjekt-Objekt = Objekt-Subjekt hat sich sowohl vom Subjekt als auch vom Objekt distanziert.

3.

Rilkes Konzeption, obwohl nicht lange nach derjenigen Panizzas entstanden (vgl. Panizza 1895), geht damit über diese hinaus, denn obwohl Panizzas Vergleich von idealistisch und materialistisch basierter Kognition ebenfalls in der Annahme eines Dritten, nämlich dem Dämon-Begriff, basiert, bleibt sie doch dem hierarchischen Denken verpflichtet, indem nämlich der Dämon als „Januskopf" bestimmt wird, der bloß entweder nach vorn oder nach

hinten, aber nicht gleichzeitig in beide Richtungen schauen kann. Panizzas „causa transcendentalis", wie er sie selbst nennt, wird somit bei Rilke durch eine heterarchische Relation ersetzt, die zwar mit dem Subjekt, d.h. mit der „Übersetzung der Dinge", beginnt, bei der aber dem Objekt ein Teil des Subjekts abgegeben wird und das Subjekt gleichzeitig einen Teil des Objektes aufnimmt. Wir haben hier somit das Ende des absoluten Subjekt- und Objektbegriffs vor uns und damit die erst Jahrzehnte später von Gotthard Günther eingeführten „gemischten" epistemisch-logischen Kategorien des subjektiven und objektiven Objekts und Subjekts. Diese korrespondieren bekanntlich mit den ebenfalls „gemischten" semiotischen Kategorien (Walther 1979, S. 56 ff.) wie der „Zweitheit der Erstheit", der „Drittheit der Zweitheit" usw., die formal durch die kartesische Multiplikation der semiotischen Basiskategorien zum Ausdruck kommen, so zwar, dass die drei gemischten Kategorien der Erstheit dem objektiven Subjekt, die drei gemischten Kategorien der Zweitheit dem objektiven Objekt und die drei gemischten Kategorien der Drittheit dem subjektiven Subjekt korrespondieren (vgl. Toth 2008, S. 61 ff.). Damit wird auch einsichtig, dass das Peircesche triadische Zeichenschema nicht ausreicht, denn es hat keinen Platz für die fehlende vierte Kombination des subjektiven Objekts, welches das Objekt ist, das Bense (1975, S. 65 f.) als „kategoriale Nullheit" definiert hatte. In anderen Worten: Das erweiterte, tetradische Zeichenschema umgreift auch das zum Zeichen erklärte Objekt und hebt damit die Grenzen zwischen Zeichen und Objekt aus, damit der von Rilke gesehene Austauschprozess zwischen Subjekt und Objekt stattfinden kann.

4.

Nach dieser Konzeption ist das Objekt als kategoriales also ein subjektives Objekt, denn es hat bereits vom „Innenraum" des Subjektes empfangen. Ihm gegenüber steht somit das objektive Subjekt, also der semiotische Mittelbezug, da es vom Subjekt für das Objekt gesetzt wird. Kategoriale Nullheit und kategoriale Erstheit decken somit semiotisch beide Richtungen des von Rilke beschriebenen kognitiven Austauschprozesses ab, allerdings bedarf das Zeichen auch der reinen Kategorien des objektiven Objekts oder Objektbezugs und des subjektiven Subjekts oder Interpretantenbezugs, da das kategoriale Objekt und der Mittelbezug ja aus ihnen kombinatorisch erzeugt sind. Wir können somit die „reinen" Kategorien O und I und die „gemischten" Kategorien 0 (Nullheit) und M unterscheiden, d.h. es findet nicht nur eine Austauschrelation zwischen 0 und M, sondern auch eine (0 und M produzierende) weitere Austauschrelation zwischen O und I statt, wobei der zweite Austausch den ersten erst ermöglicht, was sich mit der Rilkeschen Feststellung deckt, dass der Kognitionsprozess beim Subjekt beginnt (auch heterarische Relationen können einen definierten Anfang haben!):

$$\begin{array}{c} O \leftrightarrow I \\ \downarrow \\ 0 \leftrightarrow M \end{array}$$

Damit erhebt sich aber die wohl wichtigste Frage, die man wie folgt formulieren könnte: Gibt es überhaupt Objekte, die nicht kategorial sind? Gewiss ist der Objektbezug O die Kategorie des objektiven Objektes, aber diese Bezeichnung darf nicht dazu verführen, den Objekt-Bezug mit dem „realen" Objekt zu verwechseln, denn der Objekt-

bezug ist nur „die Bezeichnungsweise eines Mittels hinsichtlich eines Objektes" (Bense/Walther 1973, S. 72), d.h. die Relation (M → O). Genauso wenig ist der Interpretantenbezug das „reale"
Subjekt, sondern die Relation (O → I), welche über die Kategorie O die Relation (M → O) einerseits voraussetzt und andererseits zur vollständigen Zeichenrelation (M → O → I) konkateniert. Dass wir hier statt von einer triadischen von einer tetradischen, um 0 erweiterten, Zeichenrelation ausgegangen sind, verändert diese Verhältnisse in keiner Wiese, da die Nullheit als kategoriales Objekt ja als Null-Relation definiert ist (vgl. Bense 1975, S. 65) und somit aus Gründen seiner „Valenz" die triadisch-trichotomischen Inklusionsverhältnisse der Peirceschen Zeichenrelation in keiner Weise stört. Daraus folgt natürlich, dass das „reale Objekt" der klassischen Metaphysik ein Phantasma bleibt – immerhin ist es jedoch als kategoriales in die triadische Zeichenrelation einbettbar, die dadurch zu einer erweiterten, tetradischen Relation mit unangetasteten semiosischen Relationen wird. Wenn wir uns also im Geiste einer „semiotischen Metaphysik" von der Spekulation der klassichen Metaphysik trennen, dann bleibt die „absolute Existenz" eines Objektes, d. h. sein An-sich eine idealtypische, der semiotisch-logischen Betrachtungsweise dadurch entzogene Vorstellung. Damit beschränkt sich also die Vorgegebenheit der Objekte beim „metaobjektiven" Zeichenprozess auf das Seiende und nicht auf das Sein dieser Objekte. Wir können nur so weit gehen: Im Augenblick, da wir den Rilkeschen Baum oder irgend ein beliebiges Objekt betrachten, so erscheint es uns bereits als subjektives Objekt, denn wir machen uns ja ein Bild von ihm – und zwar, dies ist eine sehr wichtige Konsequenz, noch bevor wir uns in einem intentionalen Akt entscheiden, dieses Objekt zum Zeichen zu erklären. Damit gibt es wenigstens für uns keine absoluten Objekte, aber Objekte haben, indem wir sie in ihrer „Existenz" überhaupt wahrnehmen, bereits präsemiotische Relevanz im Sinne der durch das kategoriale Objekt erweiterten Zeichenrelation. Die semiotische Metaphysik löst das An-sich der klassischen Metaphysik durch die Präsemiotik ab.

Schrifttum

Bense, Max: *Semiotik*. Baden-Baden 1967
Bense, Max: *Semiotische Prozesse und Systeme*. Baden-Baden 1975
Bense, Max/Walther, Elisabeth: *Wörterbuch der Semiotik*. Köln 1973
Panizza, Oskar: *Der Illusionismus und Die Rettung der Persönlichkeit*. Leipzig 1895
Rilke, Rainer Maria: *Die Gedichte*, hrsg. von Ernst Zinn. Frankfurt am Main 1997
Toth, Alfred: *Semiotische Strukturen und Prozesse*. Klagenfurt 2008
Walther, Elisabeth: *Allgemeine Zeichenlehre*. 2. Aufl. Stuttgart 1979

Eingegangen 2011 –11–18
Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Alfred Toth, 8225 East Speedway, Apt. 1013, Tucson, AZ 85710, USA

The Translation of the Things (Summary)
A semiotical metaphysics, as outlined in the present essay, will have to substitute classical metaphysics by a presemiotics based on an operation by aid of which the categorical object is embedded into the Peircean triadic sign-relation.

grkg / Humankybernetik
Band 53 · Heft 1 (2012)
Akademia Libroservo / IfK

Komputlingvoscienca kaj logika analizado de matematikaj tekstoj

de Marcos CRAMER, Bonn (D)

1. La matematika faklingvo

Per la esprimo *matematika faklingvo* ni celas la lingvaĵon de universitat-nivelaj matematikaj lernolibroj kaj de publikigaĵoj en matermatikaj fakrevuoj, kaj per la esprimo *matematikaj tekstoj* ni celas ajnajn tekstojn skribitajn en la matematika faklingvo. Unuavide matematikaj tekstoj impresas pro la multeco de formuloj aperantaj en ili. Tamen estas ankaŭ multaj naturlingvaj elementoj en matematikaj tekstoj, kiuj obeas la kutimajn gramatikajn regulojn de la lingvo de la teksto. Sube estas ekzemplo de matematika teksto el Matthias (1995, paĝo 19).

Oni povas distingi du specojn de enhavo en matematika teksto:

- La *matematika enhavo*, kiu temas pri la matematikaj objektoj (nombroj, funkcioj, vektoroj, aroj, korpoj, grupoj, topologiaj spacoj ktp.) kaj iliaj matematikaj ecoj kaj rilatoj (esti para/nepara, esti derivaĵo de, esti subaro de, ktp.).
- La *metamatematika enhavo*, ekzemple informoj pri tio, por kio utilas iu difino aŭ teoremo, informoj pri tio, kiu unuafoje pruvis iun teoremon, kaj klarigoj pri tio, kial iu pruvmetodo estas uzata aŭ ne uzata en certa situacio.

Por la resto de ĉi tiu artikolo nin interesas nur la matematika enhavo de matematikaj tekstoj.

4.4 Interŝanĝo de bazaj vektoroj

Teoremo 4.4.1 *Estu* $w_1,\dots,w_s$ *lineare sendependaj vektororj el vektorspaco V kun bazo* $\{v_1,\dots,v_n\}$. *Tiam ni povas elekti el la vektoroj* $v_1,\dots,v_n$ *vektorojn* $v'_1,\cdots,v'_m$ *tiel, ke ankaŭ* $\{w_1,\dots,w_s,v'_1,\dots,v'_m\}$ *estas bazo de V.*

Pruvo. Konsideru ĉiujn subarojn de $M = \{w_1,\dots,w_s,v_1,\dots,v_n\}$, kiuj entenas $M_1 = \{w_1,\dots,w_s\}$ kaj estas generantaroj de V. Almenaŭ M mem havas tiujn ĉi ecojn. Elektu tian subaron kun minimuma nombro de vektoroj: $M_2 = \{w_1,\dots,w_s,v'_1,\dots,v'_m\}$. Ni nun montras per nerekta pruvo, ke M_2 estras lineare sendependa, kio pruvas la teoremon. Se M_2 estus lineare dependa, ni havus $\lambda_1,\dots,\lambda_s,\mu_1,\dots,\mu_m \in K$, kiuj ne ĉiuj estas nuloj, tiel ke

$$\lambda_1 w_1 + \dots + \lambda_s w_s + \mu_1 v'_1 + \dots + \mu_m v'_1 = 0$$

Nun ekzistas iu $i \in \{1,\dots,m\}$ kun $\mu_i \neq 0$, ĉar alikaze $\{w_1,\dots,w_s\}$ estus lineare dependa. Tio signifas, ke ne nur $\mu_i v'_i \in \mathrm{Lin}\ \{w_1,\dots,w_s,v'_1,\dots,v'_{i-1},v'_{i+1},\dots,v'_m\}$, sed eĉ $v'_i \in \mathrm{Lin}\{w_1,\dots,w_s,v'_1,\dots,v'_{i-1},v'_{i+1},\dots,v'_m\}$. Tio estas kontraŭdiro al la minimumeco de M_2, ĉar ankaŭ $M_2 \setminus \{v'_i\}$ havas la deziratajn ecojn. □

Matematikaj tekstoj kutime estas dividitaj en certajn partojn, kiuj strukturas la tekston, ekzemple en aksiomojn, difinojn, teoremojn, helpasertojn (ankaŭ nomatajn *lemoj)* kaj pruvojn. Ofte – precipe en pli altnivelaj tekstoj – la aksiomoj kaj difinoj bezonataj por la pruvoj estas parte ellasataj, ĉar ili apartenas al la fona scio de la koncerna subfako de la matematiko. Por la logika analizado de matematikaj tekstoj nin tamen interesas ĉefe tekstoj, kiuj estas logike fermitaj en si mem, do kies pruvoj dependas nur de aksiomoj kaj difinoj prezentitaj en la teksto mem.

Matematikaj tekstoj apartiĝas de aliaj tekstospecoj per apartaj specialaj ecoj: Kiel jam menciite, matematikaj tekstoj kombinas naturlingvajn esprimojn kun matematikaj simboloj kaj formuloj. Aldone, oni evitas malfacile interpreteblajn plursencajn frazojn. Unu maniero por eviti plursencecon estas la uzo de matematikaj simboloj, ekzemple pere de variantoj *(x, y, z* kaj simile) anstataŭ anaforaj pronomoj ("ĝi", "tio" kaj simile).

Oni povas enkonduki iun supozon, kaj pli poste en la teksto retiri tiun supozon. Jen ekzemplo de tio el Matthias (1995) (la graslitere markita supozo estas retirata fine de la pruvo, do ne plu uzebla poste):

> $\{u_1,\ldots,u_m,w_{r+1},\ldots,w_n\}$ estas lineare sendependa:
> **Ni supozu, ke ekzistas** $\lambda_1,\ldots,\lambda_m,\mu_{r+1},\ldots,\mu_n \in K$ tiel ke
> $\lambda_1u_1+\cdots+\lambda_mu_m+\mu_{r+1}w_{r+1}+\cdots+\mu_nw_n=0$
> Tiam $v:=\lambda_{1u1}+\cdots+\lambda_mu_m=-\mu_{r+1}w_{r+1}-\cdots-\mu_nw_n$. Sekve
> $v\in U\cap W$. Nun $v\in Lin\{v_1,\ldots,v_r\}$ kaj $v\in Lin\{w_{r+1},\ldots,w_n\}$.
> Ĉar $\{v_1,\ldots,v_r,w_{r+1},\ldots,w_n\}$ estas lineare sendependa, ni konkludas ke $v=0$. Ĉar $\{u_1,\ldots,u_m\}$ kaj $\{w_{r+1},\ldots,w_n\}$ estas lineare sendependaj aroj (la lasta pro Rimarko 4.3.3), ni ricevas
> $\lambda_1=\cdots=\lambda_m=\mu_r+1=\cdots=\mu_n=0.$ □

Matematikaj tekstoj estas tre strukturitaj: Je malloka nivelo, ili estas dividitaj en tekstoblokojn, ekzemple en aksiomojn, difinojn, teoremojn kaj pruvojn. Ene de pruvo, supozoj povas esti inigitaj en aliaj supozoj, tiel ke la validecregionoj de la supozoj difinas hierarĥian pruvo-strukturon.

Jen kelkaj pluaj specialaj ecoj de matematikaj tekstoj:

- Difinoj aldonas novajn simbolojn kaj esprimojn al la vortaro kaj fiksas iliajn signifojn.
- En pruvo, ĉiu aserto devas logike sekvi el aksiomoj, difinoj kaj antaŭe pruvitaj asertoj.
- La paŝoj de pruvo estas ofte pravigitaj per resendo al rezultoj el aliaj tekstoj aŭ el pli fruaj partoj de la sama teksto.

1.1 Formala kaj duonformala matematiko

Ene de la matematiko, ekzistas la subfako *formala matematiko*, kiu okupiĝas pri formalaj pruvoj skribitaj en formalaj lingvoj. *Formalaj lingvoj* kutime konsistas nur el formuloj, kaj tute evitas plursencecon. En *formala pruvo* ĉiu paŝo de la pruvo devas

sekvi el la antaŭaj paŝoj per klare difinitaj sintaksaj reguloj, tiel ke oni povas aŭtomate kontroli, ĉu iu formala pruvo estas senerara aŭ ne. Kutime matematikistoj ne prezentas siajn pruvojn en ĉi tia formala maniero, sed *duonformale* per la matematika faklingvo prezentita antaŭe. Por tio ekzistas diversaj kialoj, interalie la jenaj:

- Teksto en formala lingvo kutime estas malfacile legebla.
- En formala lingvo oni ne povas sin esprimi libere, sed nur laŭ malmultaj antaŭdifinitaj modeloj.
- Formalaj pruvoj kutime estas tede detalaj kaj longegaj, tiel ke oni pro la multaj detaloj pretervidas la esencon.

Jen ekzemple de formala pruvo:

Γ	$\neg(\varphi \rightarrow \neg\psi)$				(1)
Γ	$\neg\varphi$	$\neg\varphi$		supozregulo	(2)
Γ	$\neg\varphi$	φ	φ	supozregulo	(3)
Γ	$\neg\varphi$	φ	$\neg\varphi$	(2) + monotoneco	(4)
Γ	$\neg\varphi$	φ	$\bot$	(3,4) + $\bot$-enigo	(5)
Γ	$\neg\varphi$	φ	$\neg\neg\psi$ $\bot$	(5) + monotoneco	(6)
Γ	$\neg\varphi$	φ	$\neg\psi$	(6) + $\bot$-eligo	(7)
Γ	$\neg\varphi$	$\varphi \rightarrow \neg\psi$		(7) + $\rightarrow$-enigo	(8)
Γ	$\neg\varphi$	$\neg(\varphi \rightarrow \neg\psi)$		(1) + monotoneco	(9)
Γ	$\neg\varphi$	$\bot$		(8,9) + $\bot$-enigo	(10)
Γ	φ			(10) + $\bot$-eligo	(11)

2. La projekto Naproche

La projekto *Naproche* estas komuna projekto de la universitatoj de Bonn kaj Duisburg-Essen en Germanujo, kiu studas la matematikan faklingvon. Ĝia ĉefa celo estas la evoluigo de *reguligita lingvo* por matematikaj tekstoj (Cramer et al., 2010) kaj realigo de komputila programo, kiu povas aŭtomate transformi la tekstojn en tiu reguligita lingvo en samvalorajn formulojn de kutima predikata logiko per metodoj de la komputa lingvoscienco, kaj per tiuj formuloj kaj helpe de aŭtomataj teorem-pruviloj kontroli la logikan senerarecon de la teksto (Kühlwein et al., 2009).

Reguligita lingvo estas subaro de natura lingvo, kies vortprovizo kaj gramatiko estas limigitaj por eviti plursencecon kaj tiel ebligi ĝian logikan traktadon fare de koumputilo. Momente la projekto koncentriĝas pri la anglalingva matematika faklingvo.

Ni celas ĉefe al du eblaj uz-kampoj de la Naproche-programo:

- Ĝia uzo en universitat-nivela instruado de matematiko: Studentoj povus ekzerci sin per skribado de pruvoj en la reguligita lingvo de Naproche, kaj la programo tiam povus aŭtomate kontroli la ĝustecon de la pruvo.
- Ĝia uzo por alproksimigi la formalan matematikon al la neformala matematiko: Pruvoj en la reguligita lingvo de Naproche povas esti konsiderataj formalaj pruvoj, ĉar ili estas aŭtomate kontroleblaj, sed samtempe ili estas facile legeblaj kaj similaj al kutimaj matematikaj tekstoj.

Por kamparo de kutima matematika pruvo, formala pruvo kaj pruvo en Naproche, ni montras tri versiojn de la pruvo ke $\sqrt{2}$ estas neracia nombro.

Kiel ekzemplon de kutima matematika pruvo, mi citas el Hardy kaj Wright (1938):

If $\sqrt{2}$ is rational, then the equation $a^2 = 2b^2$ is soluble in integers *a, b* with *(a, b)* = 1. Hence a^2 is even, and therefore *a* is even. If $a = 2c$, then $4c^2 = 2b^2$, $2c^2 = b^2$, and *b* is also even, contrary to the hypothesis that *(a, b)* = 1.

Jen parto de la ĉi-supra pruvo en la programlingveca formala lingvo Mizar el la Universitato de Bjalistoko (Wiedijk, 2006):

```
theorem
  sqrt 2 is irrational
proof
  assume sqrt 2 is rational;
  then consider i being Integer, n being Nat such that
  W1: n <> 0 and
  W2: sqrt 2=i/n and
  W3: for i1 being Integer, n1 being Nat st n1<> 0
    & sqrt 2=i1/n1 holds n<=n1 by RAT_1:25;
  A5: i=sqrt 2*n by W1, XCMPLX_1:88, W2;
  C:  sqrt 2>=0 & n>0 by W1, NAT_1:19, SQUARE_1:93;
      then i>=0 by A5, REAL_2:121;
      then reconsider m = 1 as Nat by INT_1:16;
```

Kaj fine, la sama pruvo en la reguligita lingvo de Naproche:

Theorem. $\sqrt{2}$ is irrational.

Proof.

Assume that $\sqrt{2}$ is rational. Then there are integers *a, b* such that $a^2 = 2 \cdot b^2$ and *gcd* (*a, b*) = 1. Hence a^2 is even, and therefore *a* is even. So there is an integer *c* such that $a = 2 \cdot c$. Then $4 \cdot c^2 = 2 \cdot b^2, 2 \cdot c^2 = b^2$, and *b* is even. Contradiction. Qed.

2.1 Malfaciloj ĉe logikigo de natura lingvo

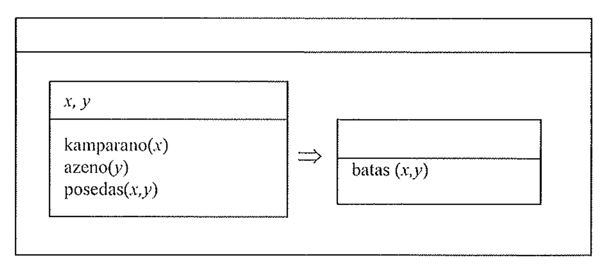
La tradukado de natura lingvo al logikaj formuloj alportas diversajn malfacilaĵojn. Unu en la fakliteraturo de la lingvoscienca logiko tre fama ekzemplo de tia malfacilaĵo estas la tiel nomataj *azeno-frazoj*:

Iu kamparano posedas azenon.	⇝	$\exists x\, \exists y$ (*kamparano*(x) ∧ azeno(y) ∧ *posedas* (x,y))
So iu kaparano posedas azenon, li batas ĝin.	⇝	$\forall x\, \forall y$ ((*kamparano*(x) ∧ azeno(y) ∧*posedas* (x,y)) → batas (x,y))

Nedifinitaj substantivoj (en Esperanto esprimitaj per antaŭmeto de "iu" aŭ simple per forlaso de la difina artikolo) kutime estas tradukataj helpe de ekzisto-kvantigilo (∃), kiel en la unua ekzemplo. Tamen en la dua ekzemplo ili devas esti tradukataj per universalaj kvantigiloj (∀). Do kvankam la unua frazo estas subfrazo de la dua frazo, en la logika formulo kiu reprezentas la enhavon de la dua frazo, oni ne trovas subformulon kiu reprezentas la enhavon de la unua formulo. Tio alportas malfacilaĵojn al la aŭtomata tradukado de natura lingvo al logikaj formuloj.

Por solvi ĉi tiajn problemojn, la nederlanda lingvisto Hans Kamp disvolvis la *Diskurs-Reprezentan Teorion*, en kiu oni tradukas tekstojn unue en *Diskurs-Reprezentajn Strukturojn,* kiujn oni poste povas plutraduki en kutimajn logikajn formulojn (Kamp kaj Reyle, 1993) Diskurs-reprezentaj strukturoj estas logikaj strukturoj kiuj havas precize la saman esprimpovon kiel kutimaj predikat-logikaj formuloj kaj estas facile intertradukeblaj kun logikaj formuloj, sed reprezentas la logikan enhavon en maniero pli simila al la natura lingvo, tiel ke ne estiĝas tiaj problemoj kiel kun la azeno-frazoj.

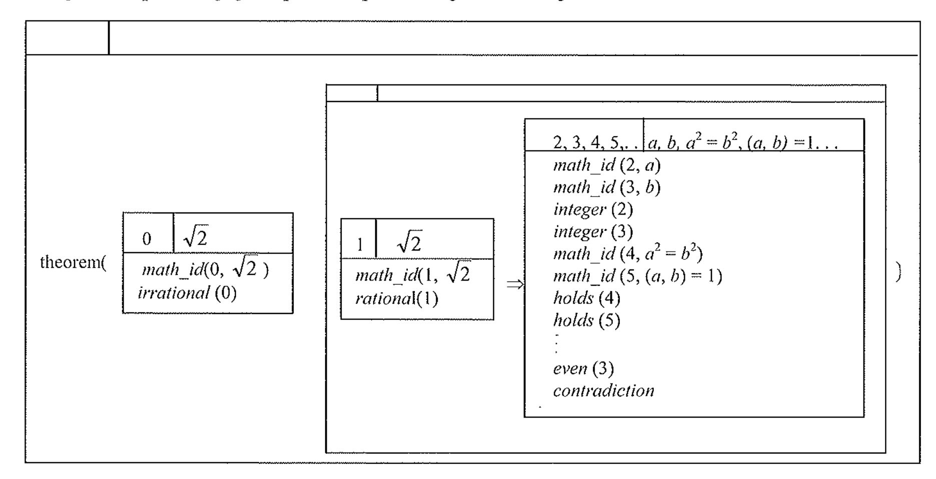
Oni kutime bildigas diskurs-reprenzentajn strukturojn per kesta strukturo. Jen la diskurs-reprezenta strukturo de la dua azeno-frazo:



La kesto maldekstre de la signo ⇒ estas la diskurs-reprezenta strukturo de la unua azeno-frazo. Do ĉe la diskurs-reprezentaj strukturoj ni ja havas la dezirindan econ, ke logika traduko de subfrazo estas sama kiel se tiu subfrazo estas memstara frazo.

2.2 Pruv-reprezentaj strukturoj

Por bone redoni la specialaĵojn de la matematika faklingvo, ni kreis apartan variaĵon de la diskurs-reprezentaj strukturoj, kiujn ni nomas *Pruv-Reprezentaj Struktoroj*. Jen kelkaj el la specialaĵoj de pruv-reprezentaj strukturoj:



- Ili bone reprezentas la strukturajn ecojn de matematika teksto, do ĝian dividon en aksiomoj, difinoj, teoremoj, pruvoj, ktp., kaj la hierarĥian strukturiĝon de la pruvoj per enkonduko kaj retiro de supozoj.
- Ili ebligas distingon inter variantoj enkundukitaj malimplicite en la matematika teksto (kiel *a, b* kaj *c* en la pruvo der la neracieco de $\sqrt{2}$), kaj variantoj enkonduktitaj implicite en la traduko de natura lingvo al logiko (kiel *x* kaj *y* en la logika traduko de la azeno-frazoj)
- Ili havas apartajn markilojn por resendoj al antaŭaj rezultoj uzataj kiel pravigoj por pruvpaŝoj.

Supre de la paĝo troveblas ekzemplo de pruv-reprezenta strukturo, nome mallongigita versio de la pruv-reprezenta strukturo de la pruvo ke $\sqrt{2}$ estas neracia nombro.

2.3 La logika kontrolado

Por kontroli la logikan senerarecon de pruvoj, ni uzas *aŭtomatajn teorem-pruvilojn*. Aŭtomata teorem-pruvilo estas komputila programo, al kiu oni povas doni logikan problemon en la formo de listo de formuloj uzotaj kiel aksiomoj kaj unu formulo nomata *konjekto*, kiun la sistemo provu pruvi surbaze de tiuj aksiomoj. Estas tri eblaj eligoj ĉe aŭtomata teorem-pruvilo.

- *Pruvita:* Tio signifas ke la programo sukcesis pruvi ke la konjekto logike sekvas el la aksiomoj.
- *Kontraŭekzemplo trovita*: Tio signifas, ke la programo sukcesis trovi kontraŭekzemplon, kiu montras ke la konjekto ne sekvas logike el la aksiomoj.
- *Eltempiĝo*: Tio signifas, ke la teorem-pruvilo trovis nek pruvon nek kontraŭezemplon en la tempo, kiun oni donis al ĝi por la serĉado.

Post la kreo de pruv-reprezenta strukturo surbaze de matematika teksto en nia reguligita lingvo, tiu strukturo estas transdonita al la logik-kontrolilo por kontrolado de ĝia logika senerareco. La logik-kontrolilo trairas la pruv-reprezentan strukturon paŝon post paŝo, kaj ĉe ĉiu paŝo tenas en la memoro liston de logikaj formuloj, nomataj *antaŭkondiĉoj*, kiuj reprezentas la ĝis tiam kolektitan matematikan scion. Ĉe ĉiu parto de pruv-reprezenta strukturo, kiu reprezentas novan aserton en pruvo, la logik-kontrolilo sendas al aŭtomata teorem-pruvilo logikan problemon, kies konjekto estas tiu aserto kaj kies aksimoj estas la ĝis tiam kolektitaj antaŭkondiĉoj. La tuta pruvo estas rekonata kiel senerara se ĉe ĉiuj problemoj tiel senditaj al teorem-pruvilo, ĝia eligo estis "pruvita".

3. Apartaj problemoj

3.1 Analizado de matematikaj formuloj

La lingvo de matematikaj formuloj mem estas nekredeble riĉa lingvo, daŭre riĉigata pere de difinoj. Oni devas klare distingi la kutiman lingvon de matematikaj formuloj, kiu estas neformala lingvo, kaj la formulo-lingvon de difinita logika sistemo, kiu ĉiam

estas formala lingvo. La sintaksa analizado de matematikaj formuloj estas tre malfacila tasko.

Konsideru ekzemple la simplan formulan esprimon $a(x+y)$. Se a estas nomo de iu funkcio, tiam oni devas analizi tiun formulon kiel la valoron de tiu funkcio ĉe $x + y$. Se a same kiel x kaj y estas nombro, tiam oni devas analizi tiun formulon kiel produkton de a kaj $x + y$. Do la sintaksa analizado de matematikaj formuloj dependas de informoj, kiuj estis donitaj antaŭe en la teksto, eble per naturlingva esprimo. Kontentiga solvo al ĉi tiaj problemoj estas la plej nova rezulto de mia laboro ĉe Naproche, kies realigo en la programo ankoraŭ ne estas finita.

3.2 Kunigaj kaj disigaj interpretoj de multenombro

Substantivoj en multenombro povas havi kunigan aŭ disigan interpreton: Ekzemple, la frazo "Tri viroj portis pianon" povas aŭ signifi ke tri viroj kune portis pianon (en unusola porto-ago), aŭ ke estis tri apartaj porto-agoj, ĉiu kun alia viro portanta pianon. La unua nomiĝas *kuniga interpreto* kaj la dua *disiga interpreto* de la multenombro.

En matematiko ekzistas kaj kunige kaj disige interpretendaj uzoj de la multenombro: Ekzemple, la frazo "La linioj l kaj M estas paralelaj" estas interpretenda kunige, dum la frazo "2 kaj 3 estas primoj" estas interpretenda disige. Tamen en matematiko apenaŭ aperas uzoj de multenombro kiuj estas kaj kunige kaj disige interpreteblaj kaj tial dusencaj. Mi disvolvis algoritmon por Naproche, kiu decidas, ĉu iu uzo de multenombro estas interpretenda kunige aŭ disige (Cramer kaj Schröder, 2011). La rezulto de ĉi tiu algoritmo preskaŭ ĉiam koincidas kun la natura interpreto de la multenombro.

4. Rezultoj

Ni tradukis diversajn matematikajn tekstojn al nia reguligita lingvo, kaj kontrolis ilin per nia programo: Nia ĉefa testo-teksto estas la verko "Grundlagen der Analysis" ("Fundamentoj de la analizo"), de kiu ni tradukis kaj sukcese kontroligis ĝis nun unu kaj duonan ĉapitrojn.

Ni ankaŭ elprovis nian sistemon ĉe la klasika verko "Elementoj" de Eŭklido. Liaj pruvoj ofte dependas de geometria intuicio. Por havi logike senmankajn pruvojn, oni devas aldoni multajn aksiomojn. Sed tiam, pro la multeco de la aksiomoj, la aŭtomataj teorem-pruviloj en multaj okazoj havas malfacilaĵon trovi solvojn al la problemoj senditaj al ili. Tial la logika kontrolado de la Elementoj per nia programo ankoraŭ funkcias nur por etaj fragmentoj de ĝi.

Aldone ni havas diversajn mallongajn testo-tekstojn, ekzemple pri aroteorio kaj grupteorio.

5. Konkludo

La matematika faklingvo havas interesajn ecojn, kiuj apartigas la komputlingvosciencan analizadon de matematikaj tekstoj disde aliaj uzoj de la komputa lingvoscienco. Kadre de la projekto Naproche ni evoluigis (kaj pluevoluigas) reguligitan version de matematika faklingvo (angla). Nia programo Naproche povas analizi tekstojn

en tiu reguligita lingvo per komputlingvosciencaj metodoj kaj kontroli ilian logikan senerarecon helpe de aŭtomataj teorem-pruviloj.

Literaturo

Cramer, Marcos, B. Fissen, P. Koepke, D. Kühlwein, B. Schröder, kaj J. Veldman (2010): *The Naproche Projekt – Controlled Natural Language Proof Checking of Mathematical Texts,* LNAI 5972, prelegkolekto de la seminario CNL 2009.

Cramer, Marcos kaj B. Schröder (2012): *Interpreting Plurals in the Naproche CNL,* LNAI 7175, prelegkolekto de la seminario CNL 2010.

Godrey, Hardy kaj E. Wright (1938): *An Introduction to the Theory of Numbers,* Oxford University Press

Kamp, Hans kaj U. Reyle (1993): *From Discourse to Logic: Introduction to Modeltheoretic Semantics of Natural Language.* Kluwer Academic Publisher

Kühlwein, Daniel, M. Cramer. P. Koepke kaj B. Schröder (2009): *The Naproche System.* Nur rete pulikigita kontribuo al la konferenco Calculemus

Ulrich, Matthias (1995): *Fundamentoj de lineara algebro,* propra eldono, Neckerhausen

Wiedij, Freek (2006): *The Seventeen Provers of the World,* Springer, New York

Ricevite: 2011-12-12

La originalo de tiu ĉi artikolo aperis en:

Nosková, Katarína kaj P. Baláž (red.) (2011): *Modernaj teknologioj por Esperanto.* Prelegkolekto de la Konferenco "Aplikoj de Esperanto en Scienco kaj Tekniko" (KAEST) 2010. ESPERO, Partizánske

Adreso de la aŭtoro: Marcos Cramer, Elsa-Brändtström-Straße 57, D- 53227 Bonn
cramer@math.uni-bonn.de, http:///www.naproche.de

Computational linguistic and logical analysis of mathematical texts (Summary)

We present the Naproche project, which studies the language of mathematics and aims at creating a computer program that can analyze mathematical texts using methods from computational linguistics and check them for logical correctness. The language of mathematics as found in journals and textbooks has distinctive features: It consists of a mixture of formulae and natural language elements. The language is enriched constantly through the use of definitions, which add new words and new symbols with precisely defined meanings. The main parts of mathematical texts are mathematical proofs, in which every assertion has to logically follow from previously known assertions. We compare such features with the features of general language, and show how they influence the creation of the program we are aiming at.

Genial & Geheim - Alan Turing in 10 Etappen. Ausstellung im Heinz-Nixdorf- MuseumsForum Paderborn, 11. Januar bis 16. Dezember 2012

Das Jahr 2012 steht im Zeichen von Alan Turing. Der legendäre englische Mathematiker und Computerpionier wurde am 23. Juni 1912 in London geboren. Sein 100. Geburtstag wird vor allem in seinem Mutterland, aber auch in zahlreichen anderen Ländern mit Veranstaltungen gefeiert.

In Deutschland wird das Heinz Nixdorf MuseumsForum in Paderborn mit der Ausstellung „Genial & Geheim - Alan Turing in 10 Etappen" die Leistungen des genialen Wissenschaftlers würdigen. Original-Exponate sowie innovative und künstlerische Installationen präsentieren den Museumsbesuchern Alan Turings herausragende Leistungen.

Seine Forschungen haben während des 2. Weltkrieges zur Entzifferung der mit der Enigma verschlüsselten deutschen Funksprüche geführt. Damit spielte Turing eine wichtige Rolle bei der Atlantikschlacht und anderen wichtigen Kriegsschauplätzen. Ebenso bedeutend waren seine theoretischen Arbeiten, die bis heute die Grundlagen der Informatik bilden. Während seine Zeitgenossen den Computer „nur" als große Rechenmaschine im Kopf hatten, konzipierte Turing bereits das Modell einer universellen Maschine, die alle algorithmischen Probleme berechnen konnte.

Die Ausstellung im Heinz Nixdorf MuseumsForum konzentriert sich auf die Leistungen Turings bei der Enigma-Entschlüsselung und seine grundlegenden Arbeiten als Computerpionier, beleuchtet aber auch seine Ausführungen zur Künstlichen Intelligenz und zur Musterbildung in der Natur.

Die Ausstellung ist in Etappen aufgebaut. In monatlich aufeinanderfolgenden Inszenierungen werden zehn Themen dargestellt. Ausstellungseröffnung war im Januar 2012 mit dem Themenbereich „Enigma und die Atlantikschlacht". Im Februar folgte der nächste Abschnitt mit Objekten und Darstellungen zu den „Codebrechern von Bletchley Park", der englischen Zentrale für Kryptographie im 2. Weltkrieg. Die weiteren Themen werden ebenfalls etwa einen Monat lang gezeigt, bis zum Ausstellungsende am 16. Dezember 2012.

Alan Turing (1912-1954)

Alan Turing wurde am 23. Juni 1912 in London geboren. Von 1931 bis 1934 studierte er am King's College in Cambridge Mathematik und wurde dort 1935 zum „Fellow" gewählt. Während des Zweiten Weltkrieges arbeitete er in der „Government Code and Cypher School" in Bletchley Park und entwickelte Verfahren zur Dechiffrierung der mit der Enigma verschlüsselten deutschen Funksprüche.

Nach dem Ende des Krieges wandte sich Turing der Computerentwicklung zu und war am National Physical Laboratory in Teddington (1945 - 1947), wo er das Konzept der „Automatic Computing Engine" (ACE) entwarf, und als stellvertretender Direktor des „Computing Laboratory" an der Universität Manchester (ab 1948) tätig. 1952 wurde er wegen seiner Homosexualität zu einer Hormonbehandlung verurteilt. Ein Jahr nach Ende der Behandlung, am 7. Juni 1954, beging er Selbstmord.

Alan Turing hat die Erfindung des Computers in den 1940er und 1950er Jahren zwar nicht maßgeblich beeinflusst, aber seine theoretischen Konzepte ließen ihn in die Computergeschichte eingehen: Die „Turingmaschine" ist noch heute eine wichtige Grundlage für Untersuchungen in der theoretischen Informatik und der 1950 von ihm zur Beantwortung der Frage „Können Maschinen denken?" vorgeschlagene „Turingtest" stimulierte die Entwicklung der künstlichen Intelligenz. US-Präsident Barack Obama stellte bei seinem jüngsten Staatsbesuch in London Turing in eine Reihe mit Newton, Darwin und Einstein.

http://www.hnf.de/Sonderausstellung/Foyerausstellungen/Turing/Turing.asp

Konferenco „Interlingvistiko kaj identeco“

Oktobre, 28. – 30. 2011, okazis en Tartua Universitato la internacia konferenco "ЛИНГВОКУЛЬТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО СОВРЕМЕННОЙ ЕВРОПЫ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МАЛЫХ И БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВ" ('Lingvokulturejo de la nuntempa Eŭropo prisme de malgrandaj kaj grandaj lingvoj'), omaĝe al la 70-jariĝo de profesoro Aleksandr D. Duliĉenko, slavisto kaj interlingvisto, aŭtoro de la ampleksa enciklopedia libro „Internaciaj helplingvoj“, Tallinn 1990.

Same enhavriĉa estis la internacia scienca aranĝo „Language and Identity Symposium" gvide de la rektora konsilistino Virve-Anneli Vihman oktobre, 20. – 22. 2011; *http://www.ut.ee/international/events/language-and-identity-symposium/programme.*

Pro diversaj kaŭzoj Estona Interlingvistika Asocio (EIA) aranĝos la interlingvistikan parton **„Interlingvistiko kaj identeco“** de la oktobra lingvokultureja konferenco **paralele kun la 48-aj Baltiaj Esperanto-Tagoj** (BET-48, 04. – 08. 07. 2012, en Tartu, Pala kaj la kastelo Alatskivi; *www.perereisid.ee/est/bet48/*, Tiel ebliĝos ankaŭ (a) paroli-aŭskulti pri la 125-jara Esperanto-movado kaj 90-jariĝo de Esperanto-Asocio de Estonio, (b) konatiĝi kun la Estona kulturo (poetoj Anna Haava kaj Juhan Liiv, komponisto Eduard Tubin k.a.) kaj Baltgermana kulturoj, (c) ripozi ĉe la lago Peipus

EIA dissendos baldaŭ Informilon 1 pri la konferenco „Interlingvistiko kaj identeco“. Kiel pasintkonference ni aperigos la 10-an studaron „Interlinguistica Tartuensis“. Same kiel en 2005 kaj 2009 okazos honorado de meritaj interlingvistoj kun la honorpremio "Academicus Ariste". Mondaj kandidatoj estas bonvenaj. Krome estos eldonota la 6-a almanako „Cejano“ de la Tartua Esperanto-Societo. Informoj ĉe:

Madis Linnamägi, estrarano de EIA
GSM +372 5098647, forsel@hot.ee

Rete aperis dulingvaj konferencaj aktoj

Boĵidar Leonov (red.): *Internacia simpozio "Apliko de Esperanto en la profesia agado", Karlovo 2011.* Eldonis AIS Bulgario, Karlovo 2011. 88 p. ISSN 1314-5177. Aperis sub *http://www.slideshare.net/aepa-esperanto*

Enhavo:

1. Ataŭparolo de EProf. Boĵidar Leonov
2. EProf. Boĵidar Leonov: La rolo de la ekologia scienco en la nuntempa mondo
3. AProf. Renato Corsetti: Lernu vian lingvon per lernado de alia lingvo: Esperanto kaj lingva konscio
4. OProf. Reinhard Fössmeier: Profesia aplikado de Vikipedio
5. Doc. Valitova Ju. O., Doc. Goluŝkina N. N., Doc. Ivanov A. Ju.: Modelo por la eduka agado en la universitato
6. Deĵan Puŝkarov, direktoro de la Nacia Agentejo por Profesia Agado Bulgario: Sistemo de profesia edukado en Bulgario. Bazaj prioritatoj.
7. Doc. Dr. Marina Nikolova: LEADER – la maniero revivigi la vilaĝan ekonomion
8. Doc. Dr. Marina Nikolova: La kompleksa agroturisma produkto – eblecoj por diversataka evoluo de la agrara ekonomio
9. Pavlin Pavlov: Energiproduktado el planta biomaso – perspektiva formo de entreprenado en la kondiĉoj de daŭra evoluo
10. Dr. Giancarlo Fighiera: La arto organizi kongreson

La aktojn eldonis la Bulgara Sekcio de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, la eldono estas dulingva bulgara-Esperanta. La tradukojn faris Mariana Evlogieva.

Krom en la reta formo, la eldonisto planas ankaŭ libran publikigon, por kiu estas serĉataj sponzoroj. Bonvolu kontakti:

EProf. Boĵidar Leonov, prezidanto de AIS Bulgario , leonov@rozabg.com

Oficialaj Sciigoj de Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino
Fondita en la Respubliko de San Marino
Prezidanto: OProf. Hans Michael Maitzen, Inst. f. Astronomie, Türkenschanzstr. 17, A-1180 Wien
Informofico: OProf. R. Fössmeier, informo@ais-sanmarino.org, www.ais-sanmarino.org
Konto: 2051-305 Postbank Hannover (BLZ 250 100 30)
Redakcia respondeco: OProf. Dr.habil. Reinhard Fössmeier Finredaktita: 2012-02-23

Einladung zur ordentlichen Mitgliederversammlung der AIS

– Internationale Akademie der Wissenschaften (Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino) e. V. (vormals AIS Deutschland e. V.) am Sonntag, dem 15. April 2012, 13:00 – 14:00 Uhr, bei Reinhard Fössmeier, Rahel-Straus-Weg 19, DE-81673 München. Um Anmeldung an diese Adresse oder per Netzpost an informo@ais-sanmarino.org wird gebeten. Sollte die Teilnehmerzahl für den Veranstaltungsort zu groß sein, wird die Versammlung auf 14:00 Uhr an einem anderen Ort vertagt, der am ursprünglichen Ort bekannt gegeben wird. Wegen Erkrankung des amtierenden Vorsitzenden, OProf. Dr. habil. Helmar Frank, erfolgt die Einladung durch den Stellvertreter OProf. Wickström.

Tagesordnung:

1. Formalien (Beschlussfähigkeit, Stimmrecht, Protokoll, Tagesordnung)
2. Allgemeiner Bericht des Vorstandes
3. Kassenbericht, Entlastung, Wirtschaftsplan 2012
4. Beschlussfassung über Anträge des Vorstandes
5. Entscheidung über Anträge aus TOP 1
6. Neuwahl des Vorstandes für die Amtsperiode 2012–2015
7. Verschiedenes

Berlin, 2012-02-03
OProf. Bengt-Arne Wickström

Invito al membrarkunveno de AIS

- Internationale Akademie der Wissenschaften (Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino) e. V. je dimanĉo, 2012-04-15, 13:00 – 14:00 horoj, ĉe Reinhard Fössmeier, Rahel-Straus-Weg 19, DE-81673 München (Germanio). Ni petas pri sinanonco al tiu adreso aŭ retpoŝte al informo@ais-sanmarino.org. Se aliĝos tro da partoprenantoj por la planita kunvenejo, la kunveno prokrastiĝos al 14:00 kaj okazos en alia loko, indikota en la planita loko. Pro malsano de la oficanta prezidanto, OProf. Dr. habil. Helmar Frank, invitas lia anstataŭanto OProf. Wickström.

Tagordo:

1. Formalaĵoj (kvorumeco, voĉdonrajto, protokolo, tagordo)
2. Ĝenerala raporto de la estraro
3. Financa raporto, senŝarĝigo, buĝeto 2012
4. Decidoj pri proponoj de la estraro
5. Decidoj pri proponoj el tagordero 1
6. Elekto de la estraro 2012–2015
7. Diversaĵoj

Berlin, 2012-02-03
OProf. Bengt-Arne Wickström

Invito al kunveno de la Ĝenerala Asembleo de la Scienca Sektoro

de Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino. Ĉar la lasta kunveno dum SUS 32 en Sibiu ne povis decidi pri aprobo de la buĝeto kaj senŝarĝigo de la malnova estraro, la senato invitas al plia kunveno kadre de la membrar-kunveno de la germana AIS-asocio (AIS/IAW). La kunvenejo kaj la proponita tagordo estas identaj al tiuj de la "membrarkunveno de AIS – Internationale Akademie der Wissenschaften" (vidu la koncernan invitilon), escepte de la elektoj, kiuj ne koncernas la ĜA.

Vieno, 2012-02-03
OProf. Hans Michael Maitzen,
prezidanto de AIS

Richtlinien für die Kompuskriptabfassung

Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 2001 auch Artikel in allen vier anderen Arbeitssprachen der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, also in Internacia Lingvo (ILo), Englisch, Französisch und Italienisch. Bevorzugt werden zweisprachige Beiträge – in ILo und einer der genannten Nationalsprachen - von maximal 14 Druckseiten (ca. 42.000 Anschlägen) Länge. Einsprachige Artikel erscheinen in Deutsch, ILo oder Englisch bis zu einem Umfang von 10 Druckseiten (ca. 30.000 Anschlägen) in 14-pt Schrift. In Ausnahmefällen können bei Bezahlung einer Mehrseitengebühr auch längere (einsprachige oder zweisprachige) Texte veröffentlicht werden.

Das verwendete Schrifttum ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluss des Beitrags zusammenzustellen – verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b", usf. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und Erscheinungsjahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenartikel werden - nach dem Titel - vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. – Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem, Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – **Bevorzugt werden Beiträge, die auf früher in dieser Zeitschrift erschienene Beiträge anderer Autoren Bezug nehmen.**

Graphiken (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) und auch Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu nummerieren und nur so im Text zu erwähnen. Formeln sind zu nummerieren.

Den Schluss des Beitrags bilden die Anschrift des Verfassers und ein Knapptext (500 – 1.500 Anschläge einschließlich Titelübersetzung). Dieser ist in mindestens einer der Sprachen Deutsch, Englisch und ILo, die nicht für den Haupttext verwendet wurde, abzufassen.

Die Beiträge werden in unmittelbar rezensierbarer Form erbeten. Artikel, die erst nach erheblicher formaler, sprachlicher oder inhaltlicher Überarbeitung veröffentlichungsreif wären, werden in der Regel ohne Auflistung aller Mängel zurückgewiesen.

Direktivoj por la pretigo de kompuskriptoj

Krom germanlingvaj tekstoj aperas ekde 2001 ankaŭ artikoloj en ĉiuj kvar aliaj laborlingvoj de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, do en Internacia Lingvo (ILo), la Angla, la Franca kaj la Itala. Estas preferataj dulingvaj kontribuaĵoj – en ILo kaj en unu el la menciitaj naciaj lingvoj – maksimume 14 prespaĝojn (ĉ. 42.000 tajpsignojn) longaj. Unulingvaj artikoloj aperadas en la Germana, en ILo aŭ en la Angla en amplekso ĝis 10 prespaĝoj (ĉ. 30.000 tajpsignoj) en 14-pt skribgrandeco. En esceptaj kazoj eblas publikigi ankaŭ pli longajn tekstojn (unulingvajn aŭ dulingvajn) post pago de ekscespaĝa kotizo.

La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo; en kazo de samjareco aldonu „a", „b", ktp. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De monografioj estu – poste – indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj la jaro de la apero kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - **Preferataj estas kontribuaĵoj, kiuj referencas al kontribuaĵoj de aliaj aŭtoroj aperintaj pli frue en ĉi tiu revuo.**

Grafikaĵojn (kiuj estas havigendaj laŭeble kiel presoriginaloj) kaj ankaŭ tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii en la teksto nur tiel. Formuloj estas numerendaj.

La finon de la kontribuaĵo konstituas la adreso de la aŭtoro kaj resumo (500 – 1.500 tajpsignoj inkluzive tradukon de la titolo). Ĉi tiu estas vortigenda en minimume unu el la lingvoj Germana, Angla kaj ILo, kiu ne estas uzata por la ĉefteksto.

La kontribuaĵoj estas petataj en senpere recenzebla formo. Se artikolo estus publicinda maljam post ampleksa prilaborado formala, lingva aŭ enhava, ĝi estos normale rifuzata sen surlistigo de ĉiuj mankoj.

Regulations concerning the preparation of compuscripts

In addition to texts in German appear from 2001 onwards also articles in each four other working languages of the International Academy of Sciences (AIS) San Marino, namely in Internacia Lingvo (ILo), English, French and Italian. Articles in two languages – in ILo and one of the mentioned national languages – with a length of not more than 14 printed pages (about 42.000 type-strokes) will be preferred. Monolingual articles appear in German, ILo or English with not more than 10 printed pages (about 30.000 type-strokes) in 14-pt types. Exceptionally also longer texts (in one or two languages) will be published, if a page charge has been paid.

Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors (abbreviated if necessary) should be indicated. Monographs should be named along with place and year of publication and publisher, if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – **Preferred will be texts, which refer to articles of other authors earlier published in this journal.**

Graphics (fit for printing) and also tables should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. and should be referred to as such in the text. Mathematical formulae should be numbered.

The end of the text should form the author's address and a resumee (500 – 1.500 type-strokes including translation of the title) in at least one of the languages German, ILo and English, which is not used for the main text.

The articles are requested in a form which can immediately be submitted for review. If an article would be ready for publication only after much revising work of form, language or content, it will be in normal case refused without listing of all deficiencies.